

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Penelusuran literatur**

Mata adalah struktur bulat berisi cairan yang dibungkus oleh 3 lapisan dari bagian paling luar sampai bagian paling dalam. Lapisan-lapisan tersebut adalah 1) Bagian terluar sclera dan kornea 2) Bagian tengah koroid, badan siliaris dan iris 3) Bagian terdalam retina. Sebagian besar bola mata ditutupi oleh suatu lapisan kuat jaringan ikat, **sklera**, yang membentuk bagian putih mata. Di sebelah anterior, lapisan luar terdiri dari **kornea** transparan, yang dapat ditembus oleh berkas cahaya untuk masuk ke interior mata. <sup>[3]</sup>

Lapisan tengah dibawah sklera adalah **koroid**, yang berpigmen banyak dan mengandung banyak pembuluh darah yang memberi nutrisi bagi retina. Lapisan koroid disebelah anterior mengalami spesialisasi membentuk **badan siliaris dan iris**. <sup>[3]</sup>

Lapisan paling dalam di bawah koroid adalah retina, yang terdiri dari lapisan berpigmen di sebelah luar dan lapisan jaringan saraf di bagian dalam. Yang terakhir, mengandung **sel batang** (rods) dan **sel kerucut** (cones), fotoreseptor yang mengubah energi cahaya menjadi impuls saraf. Seperti dinding hitam di sebuah studio foto, pigmen koroid dan retina menyerap sinar setelah sinar mengenai retina untuk mencegah pantulan atau pembuyaran sinar dalam mata. <sup>[3]</sup>

Tidak semua cahaya yang melewati kornea mencapai fotoreseptor peka cahaya, karena adanya iris, suatu otot polos tipis berpigmen yang membentuk struktur mirip cincin di dalam aqueous humor. Lubang bundar di bagian tengah iris tempat masuknya cahaya ke interior mata adalah **pupil**. Ukuran lubang ini dapat disesuaikan oleh kontraksi otot-otot iris untuk menerima sinar lebih banyak atau

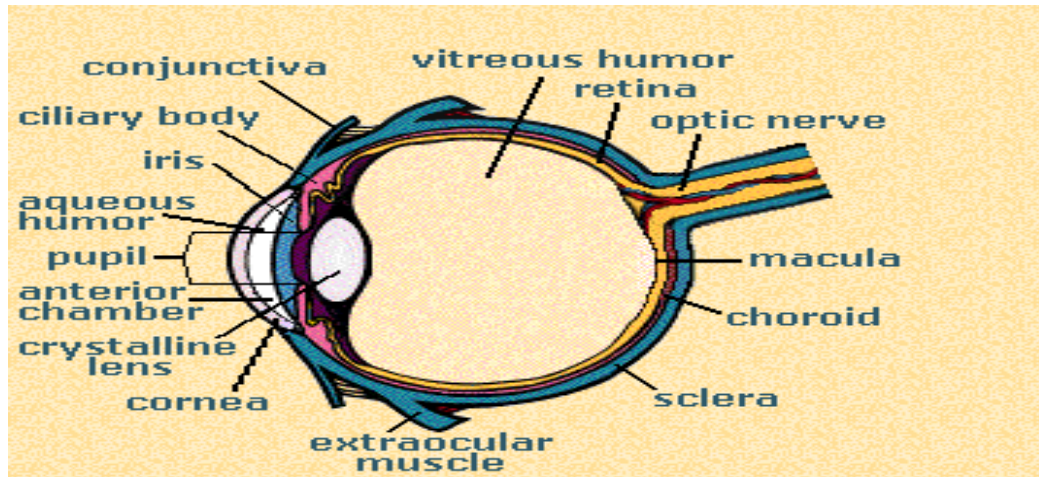
lebih sedikit, seperti diafragma yang mengatur jumlah cahaya yang masuk ke kamera. Iris ini mengandung dua set anyaman otot polos, satu sirkular (serat otot berjalan seperti cincin di dalam iris) dan satu radial (serat mengarah ke luar dari tepi pupil seperti jari-jari roda sepeda). Karena serat otot memendek ketika berkontraksi maka pupil menjadi lebih kecil ketika **otot sirkular** atau **konstriktor** berkontraksi dan membentuk cincin yang lebih kecil.

Kontraksi pupil refleks ini terjadi pada keadaan sinar terang untuk mengurangi jumlah cahaya yang masuk ke mata. Jika **otot radial** atau **dilator** berkontraksi maka ukuran pupil bertambah. Dilatasi pupil ini terjadi pada cahaya redup agar sinar yang masuk ke mata lebih banyak.<sup>[3]</sup>

Otot-otot iris dikendalikan oleh sistem saraf otonom. Serat saraf parasimpatis mensarafi otot sirkular (menyebabkan konstriksi pupil) sementara serat simpatis mensarafi otot radial (menyebabkan dilatasi pupil).<sup>[3]</sup>

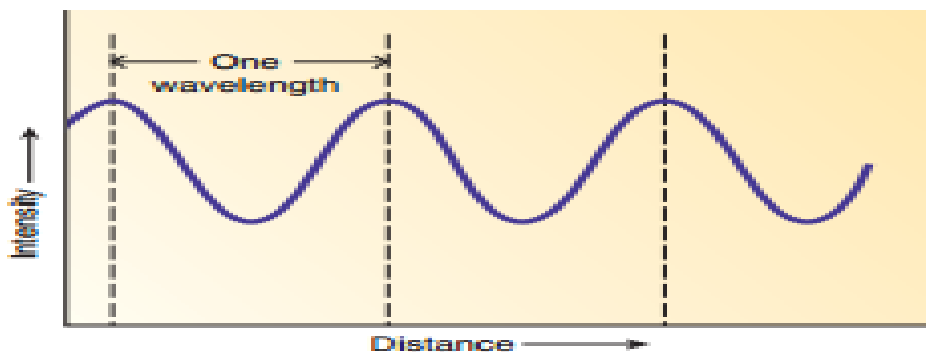


Gambar 2.1 Mata bagian luar. (Sherwood L. Fisiologi manusia : dari sel ke sistem. 6<sup>th</sup> ed. Jakarta : EGC ; 2012.)

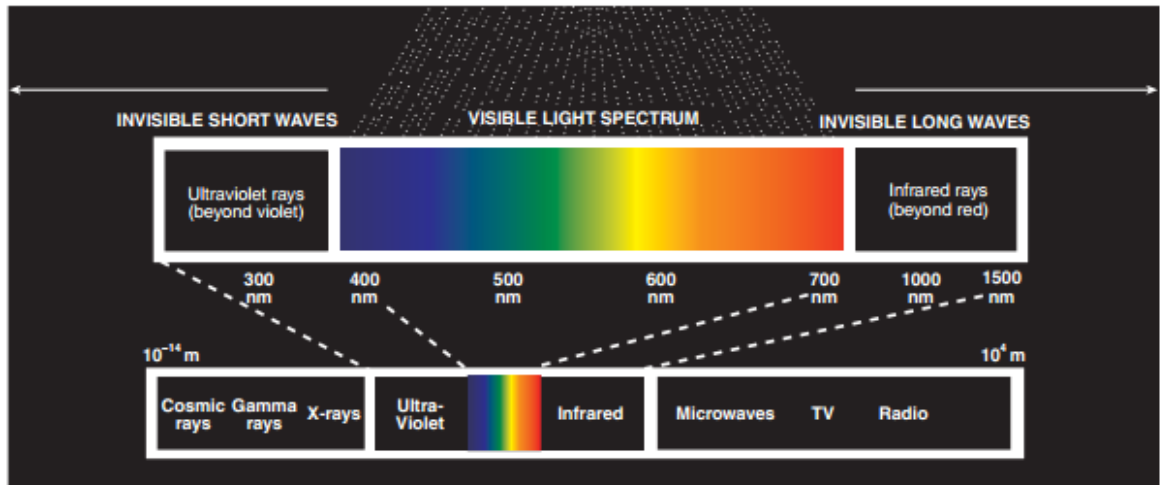


Gambar 2.2 Penampang bola mata. ([http://www.tedmontgomery.com/the\\_eye/index.html](http://www.tedmontgomery.com/the_eye/index.html))

**Sinar/cahaya** adalah suatu bentuk radiasi elektromagnetik yang terdiri dari paket-paket energi mirip partikel yang dinamai **foton** yang berjalan dalam bentuk gelombang. Jarak antara dua puncak gelombang dikenal sebagai panjang gelombang dalam spektrum elektromagnetik. Fotorseptor di mata hanya peka terhadap panjang gelombang antara 400 dan 700 nanometer ( $1\text{nm}=10^{-9}\text{meter}$ ). Karena itu, **cahaya tampak** hanyalah sebagian kecil dari spektrum elektromagnetik total.<sup>[3]</sup>



Gambar 2.3 Sifat gelombang elektromagnetik. Panjang gelombang adalah jarak antara dua puncak gelombang. Intensitas adalah amplitudo gelombang. (Sherwood L. *Human physiology: from Cell to System*, 7<sup>th</sup>ed. Canada : Brooks/Cole Cengage Learning ; 2007.)

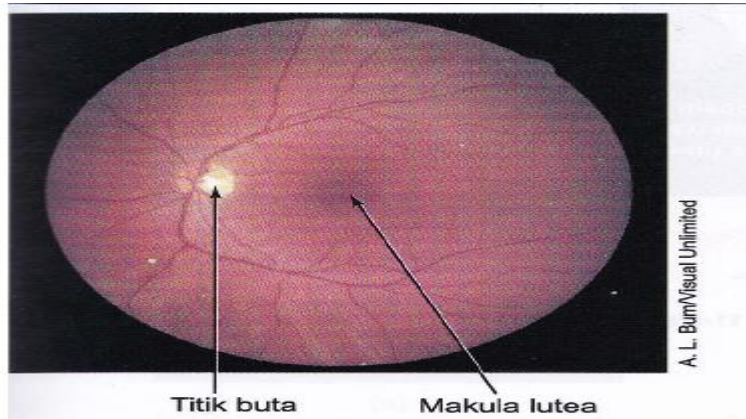


**Gambar 2.4 Spektrum elektromagnetik.** Panjang gelombang dalam kisaran spektrum elektromagnetik dari kurang dari  $10^{-14}$  m untuk  $10^4$  juta. Spektrum yang terlihat meliputi panjang gelombang antara 400 s 700 nanometer (nm). (Sherwood L. *Human physiology: from Cell to System*. 7<sup>th</sup>ed. Canada : Brooks/Cole Cengage Learning ; 2007.)

Sinar dari berbagai panjang gelombang dalam rentang sinar tampak dipersepsikan sebagai sensasi warna yang berbeda-beda. Selain memiliki panjang gelombang yang bervariasi dalam **intensitasnya**; yaitu, amplitudo, atau tinggi gelombang. Menyuramkan suatu cahaya merah yang terang tidak mengubah warnanya, hanya menyebabkannya kurang terang atau kurang intens.<sup>[3]</sup>

Fungsi utama mata adalah memfokuskan berkas cahaya dari lingkungan ke sel batang dan sel kerucut, yang merupakan sel fotoreseptor retina. Fotoreseptor kemudian mengubah energi cahaya menjadi sinyal listrik untuk ditransmisikan ke SSP (sistem saraf pusat). Bagian retina yang mengandung fotoreseptor sebenarnya adalah lanjutan dari SSP dan bukan suatu organ perifer terpisah. Selama perkembangan mudigah, sel-sel retina “mundur” dari sistem saraf, sehingga lapisan-lapisan sel retina, yang mengejutkan menghadap ke belakang. Bagian saraf dari retina terdiri dari tiga lapisan sel peka rangsang: (1) lapisan paling luar (paling dekat dengan koroid) yang mengandung **sel batang** dan **sel kerucut**, yang ujung-ujung peka cahayanya menghadap ke koroid (menjauhi sinar datang); (2) lapisan tengah **sel bipolar**; (3) lapisan dalam **sel ganglion**. Akson-akson sel ganglion menyatu membentuk **saraf optik**, yang keluar dari retina tidak tepat dari bagian

tengah. Titik di retina tempat saraf optik keluar dan pembuluh darah berjalan disebut **diskus optikus**. Bagian ini sering disebut **bintik buta**.<sup>[3]</sup>



**Gambar 2.5 Tampak retina terlihat melalui optalmoskop.** Dengan optalmoskop, alat melihat terang, adalah mungkin untuk melihat disk optik (blind spot) dan makula lutea dalam retina di bagian belakang mata. (Sherwood L. *Fisiologi manusia : dari sel ke sistem*. 6<sup>th</sup> ed. Jakarta : EGC ; 2012.)

Sinar harus melewati lapisan ganglion dan bipolar sebelum mencapai fotoreseptor di semua bagian retina kecuali di fovea. Di **fovea** yaitu cekungan seukuran pentul jarum yang terletak tepat di tengah retina, lapisan sel ganglion dan bipolar tersisih ke tepi sehingga cahaya langsung mengenai fotoreseptor.<sup>[3]</sup>

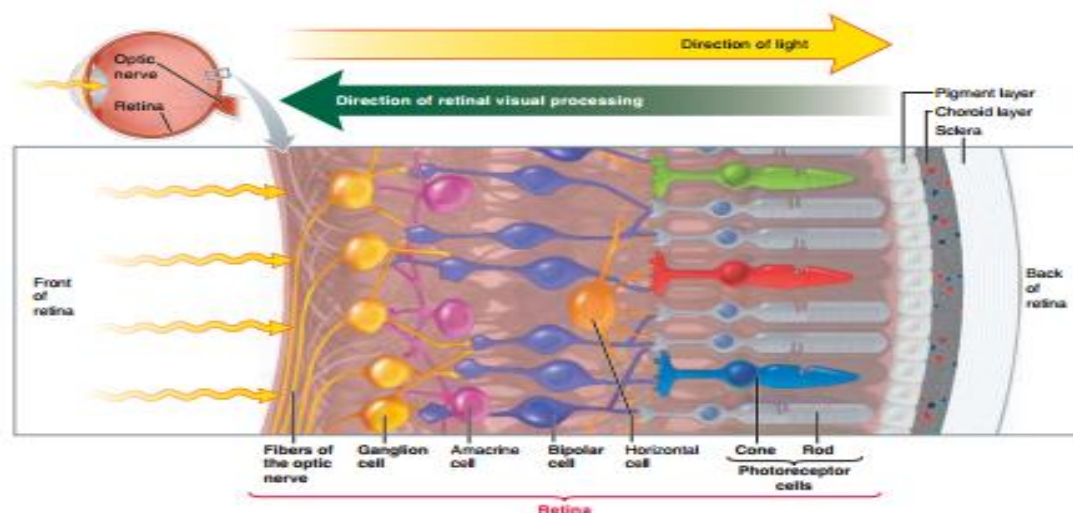
Fotoreseptor (sel batang dan sel kerucut) terdiri dari 3 bagian :

1. Segmen luar, yang terletak paling dekat dengan anterior mata, menghadap ke koroid. Bagian ini mendeteksi rangsangan cahaya.
2. Segmen dalam, yang terletak di bagian tengah foton reseptor. Bagian ini mengandung perangkat metabolik sel.
3. Terminal sinaps, yang terletak paling dekat dengan bagian posterior mata, menghadap ke sel Bipolar. Bagian ini menyalurkan sinyal yang dihasilkan fotoreseptor karena stimulasi cahaya ke sel-sel selanjutnya di jalur penglihatan.

Segmen luar, yang berbentuk batang pada sel batang dan kerucut pada sel kerucut, terdiri dari tumpukan lempeng-lempeng membranosa gepeng yang mengandung banyak molekul fotopigmen peka cahaya. Setiap retina mengandung sekitar 150

juta reseptor, dan lebih dari satu milyar fotopigmen mungkin terkemas di dalam segmen luar setiap fotoreseptor.<sup>[3]</sup>

**Fotopigmen** mengalami perubahan kimiawi ketika diaktifkan oleh oleh sinar. Melalui serangkaian tahap, perubahan yang dipicu oleh cahaya ini dan pengaktifkan fotopigmen yang kemudian terjadi menyebabkan terbentuknya potensial reseptor yang akhirnya menghasilkan potensial aksi. Potensial aksi menyalurkan informasi ini ke otak untuk pemrosesan visual. Fotopigmen terdiri dari dua komponen: **opsin**, suatu protein yang merupakan bagian integral dari membran diskus; dan **retinen**, suatu turunan vitamin A yang terikat di bagian dalam molekul opsin. Retinen adalah bagian fotopigmen yang menyerap cahaya. Terdapat empat fotopigmen berbeda, satu di sel batang dan masing-masing satu di ketiga jenis sel kerucut.<sup>[3]</sup>



**Gambar 2.6 Lapisan retina.** Jalur visual yang meluas pada retina dari sel-sel fotoreseptor (batang dan kerucut yang peka cahaya, ujung menghadapi koroid jauh dari cahaya yang masuk) ke sel bipolar ke sel ganglion. Sel-sel horizontal dan amakrine bertindak secara lokal untuk pengolahan retina dari input visual. (Sherwood L. *Human physiology: from Cell to System*. 7<sup>th</sup> ed. Canada : Brooks/Cole Cengage Learning ; 2007.)

Keempat fotopigmen ini menyerap panjang gelombang sinar yang berbeda-beda. **Rodopsin**, fotopigmen sel batang, menyerap semua panjang gelombang cahaya tampak. Rushton (1995) telah membuktikan adanya rodopsin dalam retina mata

manusia. Ternyata distribusi rodopsin sesuai dengan sel batang. Penyinaran dengan energi cahaya yang besar dan dilakukan secara terus menerus, maka konsentrasi rodopsin di dalam sel batang akan sangat menurun sehingga kepekaan retina terhadap cahaya akan menurun.<sup>[3]</sup>

Jika seseorang masuk ke tempat yang gelap yang tadinya berada di tempat yang terang, jumlah rodopsin di dalam sel batang sangat sedikit sebagai akibat orang tersebut tidak dapat melihat apa-apa di dalam ruangan gelap. Selama berada di ruangan gelap, pembentukan rodopsin di dalam sel batang sangat lambat. Konsentrasi rodopsin akan mencapai kadar yang cukup dalam beberapa menit berikutnya sehingga sel batang akan terangsang oleh cahaya dalam waktu singkat.<sup>[3]</sup>

Bukti terbaru mengindikasikan bahwa retinol (vitamin A atau retine alkohol) melewati pigment epitelium tanpa mengalami perubahan ke dalam segmen bagian luar fotoreseptor. Disini reaksi enzimatik dari retinen reduktase, yang mana mirip dengan alkohol dehidrogenase yang ditemukan di hati, mengoksidasi vitamin A untuk membentuk retinen. Retinen lalu segera bergabung dengan protein opsin untuk membentuk pigmen fotosensitif rodopsin.<sup>[3]</sup>

Sistem oksidatif untuk mendukung reaksi ini adalah dengan menghilangkan fungsi hidrogen hanya pada pigmen epitelium retina dan bukan pada segmen luar fotoreseptor. Oleh karena itu, kedua struktur ini harus erat berlawanan untuk reaksi ini agar dapat mengarah kepada sintesis rodopsin. Sistem alkohol dehidrogenase pada segmen luar dapat berfungsi sebagai oksidator atau reduktor. Dalam bagian retina yang terisolasi reaksi menuju pada reduksi retinen ke vitamin A. Pada situasi normal, sistem oksidasi dari pigmen epitelium dan kondensasi dari retinen dengan opsin terus-menerus menghilangkan retinen dari sistem, dengan begitu mengakibatkan perubahan keseimbangan pada sintesis retinen.<sup>[3]</sup>

Di retina, retinaldehida berfungsi sebagai gugus prostetik protein opsin peka sinar, yang membentuk **rodopsin** (pada sel batang) dan **iodopsin** (pada sel kerucut).

Semua sel kerucut mengandung hanya satu tipe opsin, dan hanya peka terhadap satu warna. Di epitel pigmen retina, *all-trans*-retinol mengalami isomerisasi menjadi *11-cis*-retinol dan dioksidasi menjadi *11-cis*-retinaldehida. Senyawa ini bereaksi dengan sebuah residu lisin di opsin, membentuk holoprotein. Penyerapan sinar oleh rodopsin menyebabkan isomerisasi retinaldehida dari *11-cis* menjadi *all-trans*, dan perubahan bentuk opsin. Hal ini menyebabkan pembebasan retinaldehida dari protein, dan inisiasi impuls saraf.<sup>[3]</sup>

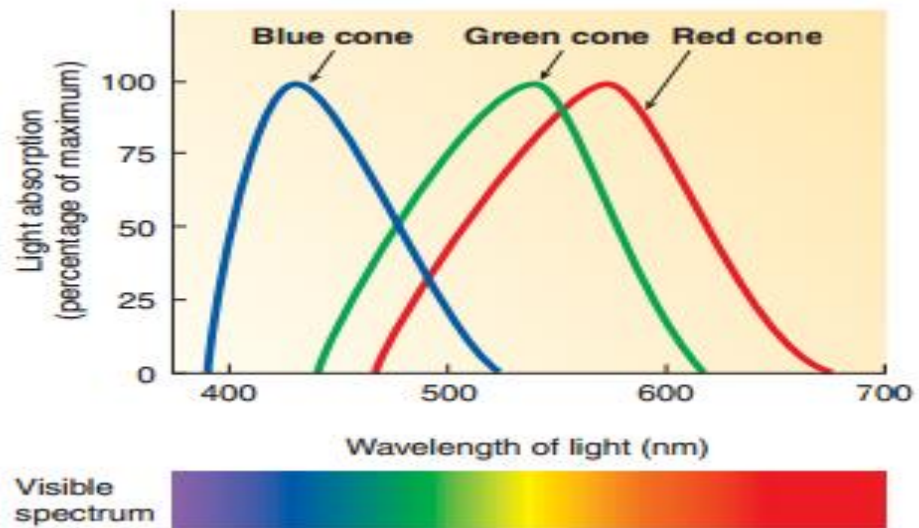
Penyusunan bentuk awal rodopsin yang tereksitasi, yaitu batorodopsin terjadi dalam proses iluminasi selama pikodetik. Kemudian terjadi serangkaian perubahan struktur yang menyebabkan terbentuknya metarodopsin II, yang memicu suatu kaskade penguatan nukleotida guanin dan kemudian impuls saraf. Tahap terakhir adalah hidrolisis untuk membebaskan *all-trans*-retinaldehida dan opsin. Kunci dalam inisiasi siklus penglihatan adalah ketersediaan *11-cis*-retinaldehida dan begitu pula dengan vitamin A. Pada keadaan defisiensi, baik waktu untuk beradaptasi ke keadaan gelap maupun kemampuan untuk melihat di cahaya menjadi terganggu.<sup>[4]</sup>

Peran besar vitamin A adalah mengontrol diferensiasi dan pergantian sel. Asam *all-trans*-retinoat dan asam *9-cis*-retinoat mengatur pertumbuhan, perkembangan, dan diferensiasi jaringan; keduanya memiliki efek berbeda di jaringan yang berbeda. Seperti hormon tiroid dan steroid serta vitamin D, asam retinoat berikatan dengan reseptor di nukleus yang mengikat elemen respons DNA dan mengatur transkripsi gen spesifik. Terdapat dua famili reseptor retinoid nukleus: reseptor asam retinoat (RAR) mengikat asam *all-trans*-retinoat atau asam *9-cis*-retinoat, dan reseptor retinoid X (RXR) mengikat asam *9-cis*-retinoat. Reseptor retinoid X juga membentuk dimer aktif dengan berbagai reseptor hormon di nukleus.<sup>[3]</sup>

Dengan menggunakan masukan visual dari sel batang, otak tidak dapat membedakan antara berbagai panjang gelombang dalam spektrum sinar tampak. Karena itu, sel batang hanya memberi bayangan abu-abu dengan mendeteksi



perbedaan intensitas, bukan perbedaan warna. Fotopigmen di ketiga jenis sel kerucut – **sel kerucut merah, hijau dan biru** – berespons secara selektif terhadap berbagai panjang gelombang cahaya, menyebabkan kita dapat melihat warna. [3]



**Gambar 2.7** Sensitivitas dari tiga jenis kerucut untuk yang berbeda panjang gelombang. (Sherwood L. Human physiology: from Cell to System. 7<sup>th</sup>ed. Canada : Brooks/Cole Cengage Learning ; 2007.)

**Fototransduksi** proses pengubahan rangsangan cahaya menjadi sinyal listrik semua fotoreseptor, tetapi mekanismenya bertentangan dengan cara biasa reseptor berespons terhadap stimulus adekuatnya. Reseptor biasanya mengalami *depolarisasi* jika dirangsang, tetapi fotoreseptor mengalami *hiperpolarisasi* ketika menyerap cahaya. [3]

Membran plasma luar fotoreseptor mengandung saluran  $\text{Na}^+$  bergerbang kimia. Tidak seperti semua saluran bergerbang kimiawi lainnya yang berespons terhadap pembawa pesan kimiawi ekstrasel, saluran ini berespons terhadap pembawa pesan kedua internal, **GMP siklik** atau **cGMP** (cyclic guanosine monophosphate). Peningkatan cGMP ke saluran  $\text{Na}^+$  ini membuat saluran ini tetap terbuka. Tanpa cahaya, konsentrasi cGMP tinggi. Karena itu, saluran  $\text{Na}^+$  fotoreseptor, tidak

seperti kebanyakan fotoreseptor, terbuka jika tidak terdapat rangsangan, yaitu dalam keadaan gelap.<sup>[3]</sup>

Kebocoran pasif  $\text{Na}^+$  masuk ke sel menyebabkan depolarisasi fotoreseptor. Penyebaran pasif depolarisasi ini fotoreseptor. Penyebaran pasif depolarisasi ini dari segmen luar (tempat lokasi  $\text{Na}^+$ ) ke ujung sinaps (penyimpanan neurotransmitter fotoreseptor) membuat saluran  $\text{Ca}^{2+}$  berpintu voltase di ujung sinaps tetap terbuka. Masuknya kalsium memicu pelepasan neurotransmitter dari ujung sinaps selama dalam keadaan gelap.<sup>[3]</sup>

Pada pajanan ke sinar, konsentrasi cGMP menurun melalui serangkaian reaksi biokimia yang dipicu oleh pengaktifan foto pigmen. Retinen berubah bentuk ketika menyerap sinar. Perubahan konformasi ini mengaktifkan foto pigmen. Sel batang dan sel kerucut mengandung suatu protein G yang dinamai **transdusin**. Fotopigmen yang telah aktif mengaktifkan transdusin, yang sebaliknya mengaktifkan enzim intrasel fosfodiesterase. Enzim ini menguraikan cGMP sehingga konsentrasi pembawa pesan kedua ini di fotoreseptor berkurang. Selama proses eksitasi cahaya, penurunan cGMP memungkinkan saluran  $\text{Na}^+$  berpintu kimiawi tertutup. Penutupan saluran ini menghentikan kebocoran  $\text{Na}^+$  depolarisasi dan menyebabkan hiperpolarisasi membran.<sup>[3]</sup>

Hiperpolarisasi ini, yang merupakan potensial reseptor, secara pasif menyebar dari segmen luar ke ujung sinaps fotoreseptor. Di sini perubahan potensial menyebabkan penutupan saluran  $\text{Ca}^{2+}$  berpintu voltase karenanya, penurunan pelepasan neurotransmitter dari ujung sinaps. Karena itu fotoreseptor dihambat oleh stimulus adekuatnya (mengalami hiperpolarisasi oleh cahaya) dan tereksitasi jika tidak mendapat stimulasi (mengalami depolarisasi dalam keadaan gelap). Potensial hiperpolarisasi dan penurunan pelepasan neurotransmitter yang ditimbulkannya berbeda-beda sesuai dengan intensitas cahaya. Semakin terang cahaya, semakin besar respons hiperpolarisasi dan semakin besar penurunan pelepasan neurotransmitter.<sup>[3]</sup>

Bagaimana retina mengirim sinyal ke otak mengenai rangsangan cahaya melalui suatu respons inhibisi? Fotoreseptor bersinaps dengan sel bipolar. Sel-sel ini, selanjutnya berakhir di sel ganglion, yang akson-aksonnya membentuk saraf optik untuk transmisi sinyal ke otak. Neurotransmitter yang dibebaskan dari ujung sinaps fotoreseptor memiliki efek *inhibisi* pada sel bipolar. Penurunan pengeluaran neurotransmitter yang menyertai hiperpolarisasi reseptor yang diinduksi oleh cahaya menurunkan efek inhibisi pada sel bipolar. Hilangnya efek inhibisi menimbulkan efek yang sama dengan eksitasi langsung sel bipolar, semakin besar pengurangan inhibisi terhadap sel bipolar dan semakin besar efek eksitasi pada sel-sel berikutnya dalam jalur penglihatan ke otak. <sup>[3]</sup>

Sel bipolar, seperti fotoreseptor, memperlihatkan potensial berjenjang. Potensial aksi baru muncul di sel ganglion, neuron pertama dalam rangkaian yang harus merambatkan pesan visual melalui jarak yang jauh ke otak. <sup>[3]</sup>

Fotopigmen yang telah mengalami perubahan pulih ke konfirmasi aslinya pada keadaan gelap oleh mekanisme-mekanisme yang diperantarai oleh enzim. Kemudian potensial membran dan kecepatan pelepasan neurotransmitter fotoreseptor kembali ke keadaan sebelum eksitasi, dan tidak ada lagi potensial aksi yang disalurkan ke korteks penglihatan. <sup>[3]</sup>

Dari sisi lain pencahayaan yang baik juga diperlukan untuk mencapai penglihatan yang optimal. Pencahayaan yg dipakai disini adalah pencahayaan buatan. Pencahayaan buatan ialah cahaya yang dihasilkan oleh elemen-elemen hasil pabrikasi. Kuantitas dan kualitas cahaya yang dihasilkan berbeda-beda tergantung jenis lampu yang digunakan. <sup>[5]</sup>

Ada tiga jenis utama sumber cahaya buatan yaitu :

a. Lampu Pijar.

Lampu pijar memiliki filamen yang memberikan cahaya ketika dipanaskan, menjadi pijar oleh aliran listrik. Lampu ini menyediakan sumber cahaya, memiliki efisiensi rendah, mempresentasikan warna (*rendering*) dengan cukup baik.

b. Lampu Fluoresens.

Lampu fluoresens adalah lampu *discharge* tubular dimana cahaya dihasilkan dari fluoresens lapisan fosfor didalam tabung. Lampu ini menyediakan sumber cahaya linier dan memiliki efisiensi sebesar 50 sampai 80 lumen per watt. Kemampuan merepresentasikan warna (*rendering*) yang dimiliki bervariasi.

c. Lampu *High-Intensity Discharge* (HID)

Lampu *High-Intensity Discharge* (HID) adalah lampu *Discharge* yang memiliki jumlah cahaya signifikan yang dihasilkan dari pelepasan listrik melalui uap logam didalam tabung kaca tertutup. Lampu HID menggabungkan bentuk lampu pijar dengan efisiensi lampu fluoresens. Macam-macam lampu HID :

-Lampu-lampu merkuri menghasilkan cahaya dengan pelepasan listrik dalam uap merkuri.

-Lampu logam halida konstruksinya sama dengan lampu merkuri, tetapi memiliki tabung dimana logam halida ditambahkan untuk menghasilkan cahaya dan memperbaiki *color rendering*.

-Lampu *High-Pressure Sodium* (HPS) menghasilkan spektrum cahaya putih keemasan yang luas yang dihasilkan dari pelepasan listrik pada uap *sodium*.<sup>[5]</sup>

Tujuan utama sistem pencahayaan ialah menyediakan iluminasi yang memadai bagi kinerja tugas visual. Level iluminasi yang disarankan untuk beberapa tugas tertentu hanya menyebutkan kuantitas cahaya yang harus tersedia. Bagaimana jumlah cahaya ini mempengaruhi bagaimana suatu benda atau ruang dapat dilihat.

Ada tiga jenis sistem penyinaran yaitu :

- a. Penyinaran Langsung yaitu sinar cahaya dari sumber cahaya dan yang dipantulkan oleh bidang-bidang reflektor diarahkan langsung pada bidang kerja.
- b. Penyinaran tidak langsung memakai penerangan yang menghalang-halangi sinar cahaya datang langsung pada bidang kerja.
- c. Penyinaran bawur (difus) yaitu cara penerangan yang arah sinarnya dibuat serba kemana-mana, dari mana-mana serta merata sehingga tidak tampak keras.<sup>[5]</sup>

Pencahayaan juga dipengaruhi oleh lingkungan sekitar. Lingkungan yg dimaksud adalah lantai,dinding,langit-langit dan lain-lain.

- a) Sudah umum dapat dikatakan bahwa semakin muda warna bidang-bidang ruangan (dinding, lantai, langit-langit, perabot rumah dan lain-lain) ataupun mendekati warna putih, penerangan ruangan semakin baik dan ekonomis karena jumlah cahaya yang dipantulkan kembali oleh bidang-bidang itu tidak sedikit.
- b) Lantai-lantai sebaiknya jangan terlalu putih bila ruangan sudah cukup penerangannya, karena membuat mata penat. Lantai yang agak gelap menyejukkan mata.
- c) Warna muda ringan (warna pastel) menggairahkan dan mengungkapkan rasa fajar muda.
- d) Warna putih merupakan pemantul baik sekali tetapi berkesan dingin atau steril.
- e) Kaca-kaca jendela biasanya lebih mengganggu daripada menolong karena menghamburkan banyak cahaya keluar dan memberikan bayang-bayang refleksi yang mengganggu.<sup>[5]</sup>

Tingkat pencahayaan rata-rata, renderansi dan temperatur warna yang

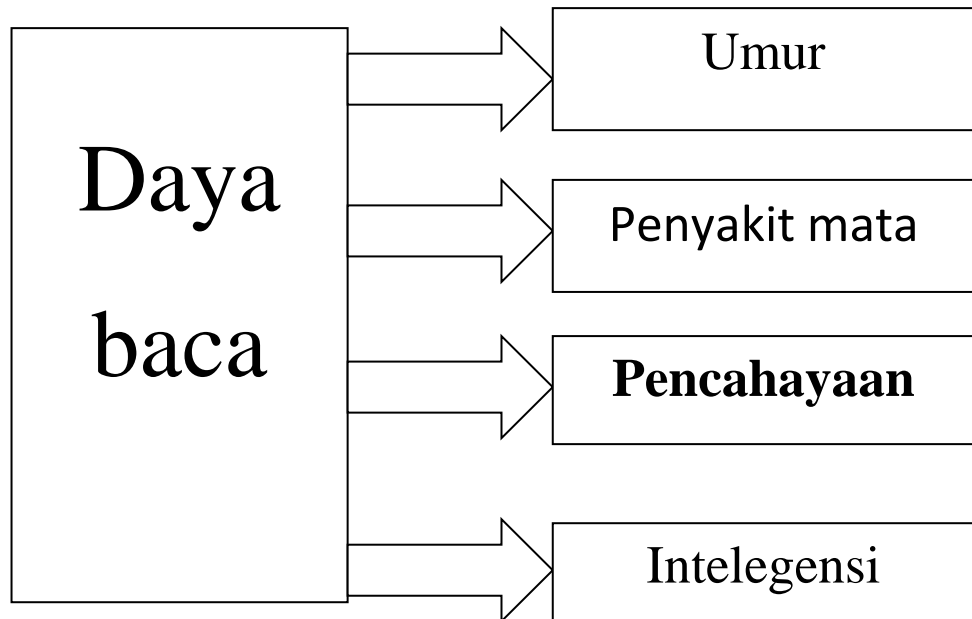
Direkomendasikan (Menurut SNI 03-6197-2000) :

Fungsi ruangan	Tingkat pencahayaan (Lux)	Kelompok renderasi warna	Temperatur warna		
			Warm white <3300 K	Cool white 3300 K-5300K	Daylight > 5300 K
<b>Rumah tinggal :</b>					
Teras	60	1 atau 2	♦	♦	
Ruang tamu	120 ~ 150	1 atau 2		♦	
Ruang makan	120 ~ 250	1 atau 2	♦		
Ruang kerja	120 ~ 250	1		♦	♦
Kamar tidur	120 ~ 250	1 atau 2	♦	♦	
Kamar mandi	250	1 atau 2		♦	♦
Dapur	250	1 atau 2	♦	♦	
Garasi	60	3 atau 4		♦	♦
<b>Perkantoran :</b>					
Ruang Direktur	350	1 atau 2		♦	♦
Ruang kerja	350	1 atau 2		♦	♦
Ruang komputer	350	1 atau 2		♦	♦
Ruang rapat	300	1	♦	♦	
Ruang gambar	750	1 atau 2		♦	♦
Gudang arsip	150	1 atau 2		♦	♦
Ruang arsip aktif	300	1 atau 2		♦	♦
<b>Lembaga Pendidikan :</b>					
Ruang kelas	250	1 atau 2		♦	♦
Perpustakaan	300	1 atau 2		♦	♦
Laboratorium	500	1		♦	♦
Ruang gambar	750	1		♦	♦
Kantin	200	1	♦	♦	

Gambar 2.8 Tingkat pencahayaan rata-rata, renderasi dan temperatur warna yang

Direkomendasikan (Badan standar nasional indonesia. Konservasi energi pada sistem pencahayaan ; 2000)

## 2.2. Kerangka teori



## 2.3. Kerangka konsep

Pencahayaan dipilih sebagai variabel bebas karena pencahayaan sangat berperan penting dalam pengukuran daya baca seseorang.

