

BAB 2

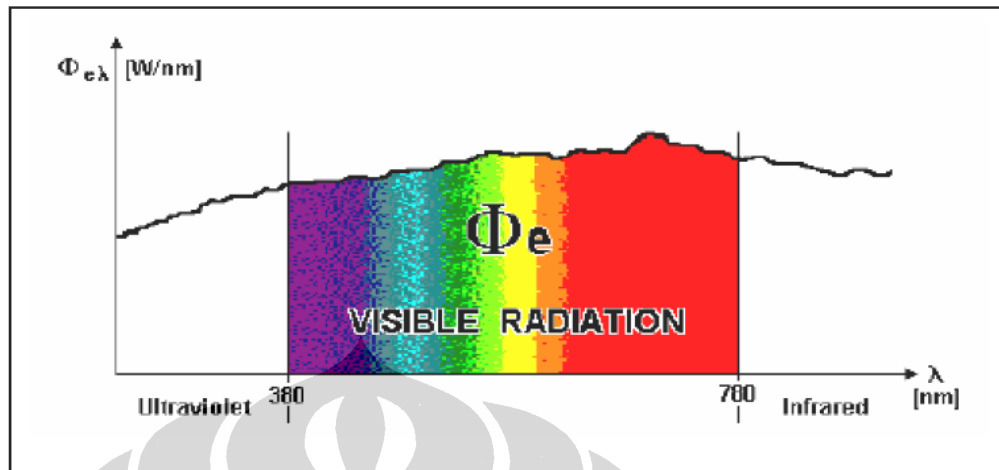
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Pencahayaan

Pencahayaan (iluminasi) adalah kepadatan dari suatu berkas cahaya yang mengenai suatu permukaan (Patty et.al., 1967). Cahaya mempunyai panjang gelombang yang berbeda-beda dalam spektrum yang tampak (cahaya tampak), yaitu kira-kira 380 – 780. Sebenarnya tidak ada batasan yang tepat dari spektrum cahaya tampak. Mata normal manusia dapat menerima spektrum cahaya tampak dengan panjang gelombang sekitar 400 – 700 nm (www.wikipedia.org). Spektrum yang tampak tersebut mencakup warna:

- Ungu 380 – 450 nm
- Biru 450 – 495 nm
- Hijau 495 – 570 nm
- Kuning 570 – 590 nm
- Jingga 590 – 620 nm
- Merah 620 – 750 nm

Cahaya tampak, seperti yang dapat dilihat pada spektrum elektromagnetik, diberikan dalam Gambar 1, menyatakan gelombang yang sempit diantara cahaya *ultraviolet* (UV) dan energi inframerah (panas). Gelombang cahaya tersebut mampu merangsang retina mata, yang menghasilkan sensasi penglihatan yang disebut pandangan. Oleh karena itu, penglihatan memerlukan mata yang berfungsi dan cahaya yang nampak (www.energyefficiencyasia.org).



Gambar 2.1. Spektrum Cahaya Tampak
(Biro Efisiensi Energi, 2005)

2.2. Definisi dan Istilah yang Umum Digunakan dalam Pencahayaan

Definisi dan istilah yang umum digunakan dalam pencahayaan adalah sebagai berikut:

1. *Lumen* adalah satuan *flux* cahaya yang dipancarkan di dalam satuan unit sudut padatan oleh suatu sumber dengan intensitas cahaya yang seragam satu *candela*. Satu *lux* adalah satu *lumen* per meter persegi. *Lumen* (lm) adalah kesetaraan fotometrik dari *watt*, yang memadukan respon mata “pengamat standar”. 1 *watt* = 683 *lumens* pada panjang gelombang 555 nm.
2. *Luminaire* adalah satuan cahaya yang lengkap, terdiri dari sebuah lampu atau beberapa lampu, termasuk rancangan pendistribusian cahaya, penempatan dan perlindungan lampu-lampu, dan dihubungkannya lampu ke pasokan daya.
3. *Lux* merupakan satuan metrik ukuran cahaya pada suatu permukaan. Cahaya rata-rata yang dicapai adalah rata-rata tingkat *lux* pada berbagai titik pada area yang sudah ditentukan. Satu *lux* setara dengan satu *lumen* per meter persegi.

4. *Footcandle* adalah satuan pengukuran iluminasi (level cahaya) pada suatu permukaan. Satu *footcandle* setara dengan satu lumen per kaki kuadrat (www.cleanaircounts.org).

5. Intensitas Cahaya dan *Flux*

Satuan intensitas cahaya I adalah *candela* (cd) juga dikenal dengan *international candle*. Satu *lumen* setara dengan *flux* cahaya, yang jatuh pada setiap meter persegi (m^2) pada lingkaran dengan radius satu meter (1m) jika sumber cahayanya isotropik 1-*candela* (yang bersinar sama ke seluruh arah) merupakan pusat isotropik lingkaran. Dikarenakan luas lingkaran dengan jari-jari r adalah $4\pi r^2$, maka lingkaran dengan jari-jari 1m memiliki luas $4\pi m^2$, dan oleh karena itu *flux* cahaya total yang dipancarkan oleh sumber 1- cd adalah 4π lm. Jadi *flux* cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya isotropik dengan intensitas I adalah:

$$\text{Flux cahaya (lm)} = 4\pi \times \text{intensitas cahaya (cd)}$$

Perbedaan antara *lux* dan *lumen* adalah bahwa *lux* berkenaan dengan luas areal pada mana *flux* menyebar 1000 *lumens*, terpusat pada satu areal dengan luas satu meter persegi, menerangi meter persegi tersebut dengan cahaya 1000 *lux*.

Hal yang sama untuk 1000 *lumens*, yang menyebar ke sepuluh meter persegi, hanya menghasilkan cahaya suram 100 *lux* (www.energyefficiencyasia.org).

6. *Luminance* adalah karakteristik fisik yang bergantung pada jumlah cahaya yang jatuh pada permukaan obyek dan dipantulkan. *Luminance* dapat diukur dengan menggunakan photometer .

7. Kecerlangan (*brightness*) merupakan rasa sensasi yang timbul akibat memandang benda dari mana cahaya datang dan masuk ke mata.

8. *Reflectance* merupakan perbandingan antara cahaya yang dipantulkan oleh suatu benda yang dinyatakan dalam persen.

2.3. Karakteristik Cahaya

Cahaya dipancarkan dari suatu benda dengan fenomena sebagai berikut:

- a. Pijar padat dan cair memancarkan radiasi yang dapat dilihat bila dipanaskan sampai suhu 1000 K. Intensitas meningkat dan penampakan menjadi semakin putih jika suhu naik.
- b. Muatan Listrik: jika arus listrik dilewatkan melalui gas maka atom dan molekul memancarkan radiasi dimana spektrumnya merupakan karakteristik dari elemen yang ada.
- c. *Electro luminescence*: cahaya dihasilkan jika arus listrik dilewatkan melalui padatan tertentu seperti semikonduktor atau bahan yang mengandung fosfor.
- d. *Photoluminescence*: radiasi pada salah satu panjang gelombang diserap, biasanya oleh suatu padatan, dan dipancarkan kembali pada berbagai panjang gelombang. Bila radiasi yang dipancarkan kembali tersebut merupakan fenomena yang dapat terlihat maka radiasi tersebut disebut *fluorescence* atau *phosphorescence*(www.energyefficiencyasia.org).

2.4. Sumber Pencahayaan

Kepadatan dari berkas cahaya yang mengenai suatu permukaan benda ditentukan dari sumbernya. Adapun sumber pencahayaan yang umum dikenal adalah:

a. Pencahayaan alami

Pencahayaan alami adalah sumber pencahayaan yang berasal dari sinar matahari. Sumber pencahayaan ini dirasa kurang efektif dibandingkan dengan penggunaan sumber pencahayaan buatan. Hal ini disebabkan karena matahari tidak dapat memberikan intensitas cahaya yang tetap. Untuk pencahayaan alami diperlukan jendela-jendela yang besar, dinding kaca, dinding yang banyak dilubangi dan dapat diperkirakan akan membutuhkan biaya yang mahal. Menurut Ehlers-Steel, untuk mendapatkan pencahayaan alami yang cukup pada suatu ruangan diperlukan jendela sebesar 15 – 20% dari luas lantai (Suma'mur, 1995).

Menurut Sutanto (1999), keuntungan primer dari sinar matahari adalah pengurangan terhadap energi listrik. Untuk memenuhi intensitas cahaya yang diinginkan, kita dapat memadukan pencahayaan alami dengan pencahayaan buatan. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan agar penggunaan pencahayaan alami dapat memberikan keuntungan, yaitu:

- 1) Variasi intensitas cahaya matahari
- 2) Distribusi terangnya cahaya
- 3) Efek dari lokasi, pemantulan cahaya dan jarak bangunan
- 4) Letak geografis dan kegunaan gedung

b. Pencahayaan buatan

Pencahayaan buatan adalah pencahayaan yang dihasilkan oleh sumber cahaya selain cahaya alami. Apabila pencahayaan alami tidak memadai atau posisi ruangan sedemikian rupa sehingga sukar dicapai oleh pencahayaan alami, maka dapat digunakan pencahayaan buatan. Adapun fungsi pokok pencahayaan buatan di

lingkungan kerja, baik yang diterapkan secara tersendiri maupun yang dikombinasikan dengan pencahayaan alami adalah sebagai berikut (Astuti, 2000):

1. Menciptakan lingkungan yang memungkinkan penghuni melihat secara detail serta terlaksananya tugas serta kegiatan visual secara mudah dan tepat.
2. Memungkinkan penghuni untuk berjalan dan bergerak secara mudah dan aman.
3. Tidak menimbulkan pertambahan suhu udara yang berlebihan pada tempat kerja.
4. Memberikan pencahayaan dengan intensitas yang tetap menyebar secara merata, tidak berkedip, tidak menyilaukan dan tidak menimbulkan bayang-bayang.
5. Meningkatkan lingkungan visual yang nyaman dan meningkatkan prestasi.

Di samping hal-hal tersebut di atas, dalam perencanaan penggunaan pencahayaan untuk suatu lingkungan kerja maka perlu pula diperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- a. Seberapa jauh pencahayaan buatan akan digunakan, baik untuk menunjang dan melengkapi pencahayaan alami.
- b. Tingkat pencahayaan yang diinginkan, baik untuk pencahayaan tempat kerja yang membutuhkan tugas visual tertentu atau hanya untuk pencahayaan umum.
- c. Distribusi dan variasi iluminasi yang diperlukan dalam keseluruhan interior, apakah menyebar atau terfokus pada satu arah.
- d. Arah cahaya, apakah ada maksud untuk menonjolkan bentuk dan kepribadian ruangan yang diterangi atau tidak.

- e. Warna yang akan digunakan dalam ruangan serta efek warna dari cahaya.
- f. Derajat kesilauan obyek ataupun lingkungan yang ingin diterangi, apakah tinggi atau rendah.

Tujuan pencahayaan di industri yang terpenting adalah tersedianya lingkungan kerja yang aman dan nyaman dalam melakukan prosedur kerja, melakukan kontrol, mengobservasi dan memelihara berbagai jenis peralatan (Elias, 1990). Untuk upaya tersebut maka pencahayaan buatan perlu dikelola dengan baik dan dipadukan dengan faktor-faktor penunjang pencahayaan di antaranya atap, kaca, jendela, dan dinding agar dapat terciptanya tingkat pencahayaan yang dibutuhkan. Dalam penggunaan pencahayaan buatan harus diperhatikan jenis-jenis lampu yang digunakan, di antaranya adalah:

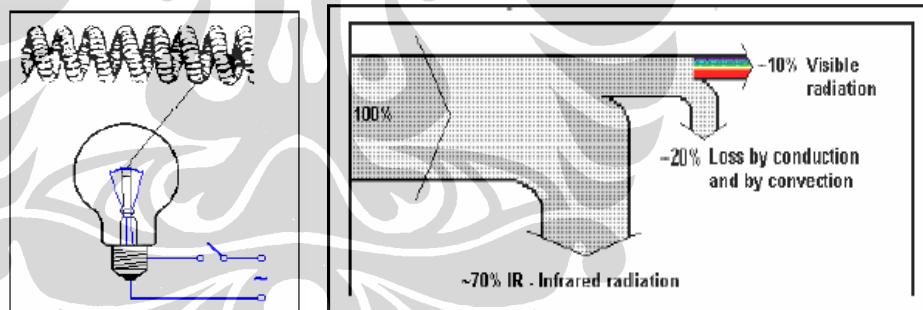
- a. Lampu Pijar

Lampu pijar sering disebut juga sebagai lampu panas karena sebagian energi listrik berubah menjadi panas dan sebagian lagi berubah menjadi energi cahaya. Lampu pijar sangat tidak efisien apabila digunakan untuk mengenali warna dan juga dapat mengeluarkan panas hingga 60°C, hal ini akan membuat ketidaknyamanan dalam bekerja.

Lampu pijar bertindak sebagai “badan abu-abu” yang secara selektif memancarkan radiasi, dan hampir seluruhnya terjadi pada daerah nampak. Bola lampu terdiri dari hampa udara atau berisi gas, yang dapat menghentikan oksidasi dari kawat pijar tungsten, namun tidak akan menghentikan penguapan. Warna gelap bola lampu dikarenakan tungsten yang teruapkan mengembun pada permukaan lampu yang relatif dingin. Dengan adanya gas *inert*, akan menekan terjadinya penguapan, dan semakin besar berat molekulnya akan makin mudah

menekan terjadinya penguapan. Untuk lampu biasa dengan harga yang murah, digunakan campuran argon nitrogen dengan perbandingan 9:1. Krypton atau Xenon hanya digunakan dalam penerapan khusus seperti lampu sepeda, dimana bola lampunya berukuran kecil, untuk mengimbangi kenaikan harga, dan jika penampilan merupakan hal yang penting.

Gas yang terdapat dalam bola pijar dapat menyalurkan panas dari kawat pijar, sehingga daya hantar yang rendah menjadi penting. Lampu yang berisi gas biasanya memadukan sekering dalam kawat timah. Gangguan kecil dapat menyebabkan pemutusan arus listrik, yang dapat menarik arus yang sangat tinggi. Jika patahnya kawat pijar merupakan akhir dari umur lampu, tetapi untuk kerusakan sekering tidak begitu halnya (www.energyefficiencyasia.org).

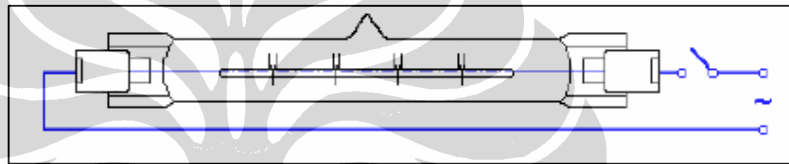


Gambar 2.2. Lampu pijar dan Diagram Alir Energi Lampu Pijar
(Biro Efisiensi Energi, 2005)

b. Lampu Tungsten – Halogen

Lampu halogen adalah sejenis lampu pijar. Lampu ini memiliki kawat pijar tungsten seperti lampu pijar biasa yang digunakan di rumah, tetapi bola lampunya diisi dengan gas halogen. Atom tungsten menguap dari kawat pijar panas dan bergerak naik ke dinding pendingin bola lampu. Atom tungsten, oksigen dan halogen bergabung pada dinding bola lampu membentuk molekul

oksihalida tungsten. Suhu dinding bola lampu menjaga molekul oksihalida tungsten dalam keadaan uap. Molekul bergerak ke arah kawat pijar panas dimana suhu tinggi memecahnya menjadi terpisah-pisah. Atom tungsten disimpan kembali pada daerah pendinginan dari kawat pijar – bukan ditempat yang sama dimana atom diuapkan. Pemecahan biasanya terjadi dekat sambungan antara kawat pijar tungsten dan kawat timah molibdenum dimana suhu turun secara tajam (www.energyefficiencyasia.org).



Gambar 2.3. Lampu Tungsten Halogen
(Biro Efisiensi Energi, 2005)

c. Lampu Sodium

Berdasarkan tekanannya, lampu sodium dapat dibedakan menjadi dua macam, di antaranya yaitu:

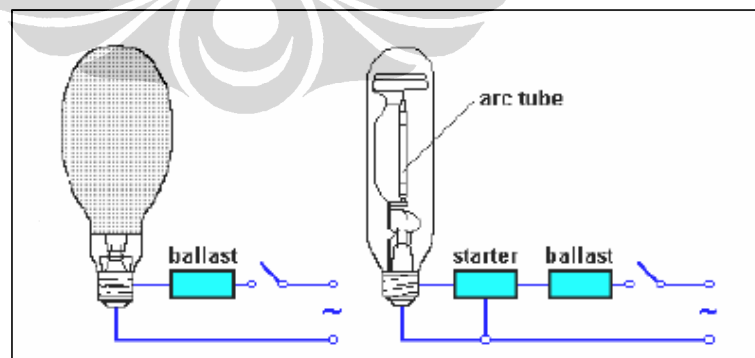
1) Lampu Sodium Tekanan Tinggi (HPS)

Lampu sodium tekanan tinggi (HPS) banyak digunakan untuk penerapan di luar ruangan dan industri. *Efficacy* nya yang tinggi membuatnya menjadi pilihan yang lebih baik daripada metal halida, terutama bila perubahan warna yang baik bukan menjadi prioritas. Lampu HPS berbeda dari lampu merkuri dan metal halida karena tidak memiliki starter elektroda; sirkuit balas dan starter elektronik tegangan tinggi. Tabung pemancar listrik terbuat dari bahan keramik, yang dapat menahan suhu hingga 2372 F. Didalamnya diisi dengan

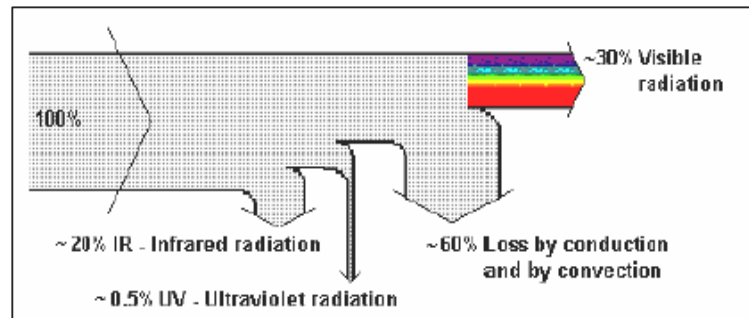
xenon untuk membantu menyalakan pemancar listrik, juga campuran gas sodium – merkuri.

2) Lampu Sodium Tekanan Rendah (LPS)

Walaupun lampu sodium tekanan rendah (LPS) serupa dengan sistem neon (sebab keduanya menggunakan sistem tekanan rendah), mereka umumnya dimasukkan ke dalam keluarga HID. Lampu LPS adalah sumber cahaya yang paling sukses, namun produksi semua jenis lampunya berkualitas sangat jelek. Sebagai sumber cahaya monokromatis, semua warna nampak hitam, putih, atau berbayang abu-abu. Lampu LPS tersedia dalam kisaran 18-180 watt. Penggunaan lampu LPS umumnya hanya untuk penggunaan luar ruang seperti penerangan keamanan atau jalanan dan jalan dalam gedung, penggunaan watt nya rendah dimana kualitas warnanya tidak penting (seperti ruangan tangga). Walau demikian, karena perubahan warnanya sangat buruk, beberapa daerah tidak mengizinkan penggunaan lampu tersebut untuk penerangan jalan raya (www.energyefficiencyasia.org).



Gambar 2.4. Lampu Uap Sodium



Gambar 2.5. Diagram Alir Energi Lampu Sodium Tekanan Tinggi

d. Lampu *Flourescent*

Pada lampu *flourescent* terjadi perubahan energi listrik menjadi energi cahaya yang berlangsung di dalam suatu gas pada atom dan tidak disertai oleh pengeluaran energi panas. Lampu ini juga disebut lampu dingin. Terdapat beberapa jenis lampu *flourescent*, di antaranya yaitu (Crof et. al., 1981):

1) Lampu Neon

Lampu neon kurang cocok untuk suasana pabrik, laboratorium, kantor, dan lain-lain dikarenakan gas neon menimbulkan warna merah.

2) Lampu Helium

Lampu ini sangat baik untuk suasana pabrik, laboratorium, dan kantor karena gas helium menimbulkan warna putih.

3) Lampu Natrium

Lampu natrium kurang baik untuk suasana pabrik dan kantor, karena gas natrium menimbulkan warna oranye dan kuning serta panas. Namun demikian lampu natrium memberikan kontras besar dan tidak menyilaukan.

4) Lampu Xenon

Gas xenon memiliki spektrum yang hampir sama dengan sinar matahari, sehingga sangat baik untuk suasana pabrik, laboratorium dan kantor.

5) Lampu Hg

Lampu Hg lebih dikenal dengan sebutan lampu TL. Lampu ini sangat baik untuk pabrik, laboratorium dan kantor karena uap Hg menimbulkan warna putih.

2.5. Pengelompokan Distribusi Pencahayaan

Berdasarkan cara distribusi cahayanya, pencahayaan dapat dibedakan menjadi lima macam, yaitu (ILO, 1998):

a. Distribusi pencahayaan langsung (*direct lighting*)

Pada sistem pencahayaan langsung, sebanyak 90 – 100% cahaya diarahkan secara langsung ke benda-benda yang perlu diterangi. Sistem ini paling efektif dalam mengatur pencahayaan. Akan tetapi sistem ini memiliki kelemahan, yaitu dapat menimbulkan bayangan serta kesilauan yang dapat mengganggu, baik karena penyinaran langsung maupun karena pantulan cahaya. Untuk mendapatkan efek yang optimal, disarankan langit-langit, dinding serta benda-benda yang ada dalam ruangan perlu diberi warna cerah agar tampak menyegarkan.

b. Distribusi pencahayaan semi langsung (*semi direct lighting*)

Pada sistem pencahayaan semi langsung, sebanyak 60 – 90% cahaya diarahkan langsung kepada benda-benda yang perlu diterangi, sedangkan sisanya akan dipantulkan ke langit-langit dan dinding. Sistem pencahayaan ini dapat mengurangi kelemahan sistem pencahayaan langsung.

c. Distribusi pencahayaan difus (*general diffuse lighting*)

Pada sistem pencahayaan difus, sebanyak 40 – 60% cahaya diarahkan kepada permukaan yang perlu diterangi, selebihnya lagi menerangi langit-langit dan dinding untuk kemudian dipantulkan. Pada sistem ini, nilai pantulan dari langit-langit harus tinggi agar cahaya yang dipantulkan ke bawah cukup banyak. Namun masih ada masalah bayangan dan kesilauan dalam sistem pencahayaan ini.

d. Distribusi pencahayaan semi tidak langsung (*semi indirect lighting*)

Pada sistem pencahayaan semi tidak langsung, sebanyak 60 – 90% cahaya diarahkan ke langit-langit dan dinding bagian atas dan sisanya ke bawah. Dengan demikian, langit-langit memerlukan perhatian lebih dengan dilakukannya pemeliharaan yang baik. Pada sistem pencahayaan ini praktis tidak ada masalah bayangan dan kesilauan juga dapat dikurangi.

e. Distribusi pencahayaan tidak langsung (*indirect lighting*)

Pada sistem pencahayaan tidak langsung, sebanyak 90 – 100% cahaya diarahkan ke langit-langit dan dinding bagian atas kemudian dipantulkan untuk menerangi seluruh ruangan. Agar seluruh langit-langit dapat dijadikan sumber cahaya, maka diperlukan pemeliharaan yang baik. Kelebihan dari sistem pencahayaan ini adalah tidak menimbulkan bayangan dan kesilauan, sedangkan kelemahannya yaitu dapat mengurangi efisiensi cahaya total yang jatuh pada permukaan kerja.

2.6. Sistem Pencahayaan

Berdasarkan Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan pada Bangunan Gedung yang diatur dalam SNI 63-6575-2001, sistem pencahayaan dapat dibedakan atas:

1. Sistem pencahayaan merata.

Sistem ini memberikan tingkat pencahayaan yang merata di seluruh ruangan dan digunakan jika tugas visual yang dilakukan di seluruh tempat dalam ruangan memerlukan tingkat pencahayaan yang sama. Tingkat pencahayaan yang merata diperoleh dengan memasang armatur secara merata langsung maupun tidak langsung di seluruh langit-langit.

2. Sistem pencahayaan setempat.

Sistem ini memberikan tingkat pencahayaan pada bidang kerja yang tidak merata. Di tempat yang diperlukan untuk melakukan tugas visual yang memerlukan tingkat pencahayaan yang tinggi, diberikan cahaya yang lebih banyak dibandingkan dengan sekitarnya. Hal ini diperoleh dengan mengkonsentrasikan penempatan armatur pada langit-langit di atas tempat tersebut.

3. Sistem pencahayaan gabungan merata dan setempat

Sistem pencahayaan gabungan didapatkan dengan menambah sistem pencahayaan setempat pada sistem pencahayaan merata, dengan armatur yang dipasang di dekat tugas visual. Sistem pencahayaan gabungan dianjurkan digunakan untuk :

- a. Tugas visual yang memerlukan tingkat pencahayaan yang tinggi.
- b. Memperlihatkan bentuk dan tekstur yang memerlukan cahaya datang dari arah tertentu.

- c. Pencahayaan merata terhalang, sehingga tidak dapat sampai pada tempat yang terhalang tersebut.
- d. Tingkat pencahayaan yang lebih tinggi diperlukan untuk orang tua atau yang kemampuan penglihatannya sudah berkurang.

2.7. Faktor-faktor yang Dapat Mempengaruhi Pencahayaan

Berdasarkan Departemen Pekerjaan Umum (1981), faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pencahayaan di ruangan termasuk di tempat kerja adalah:

- a. Disain sistem pencahayaan

Faktor ini berpengaruh terhadap penyebaran cahaya ke seluruh ruangan. Dengan disain yang baik dapat dihindarinya sudut atau bagian ruangan yang gelap.

- b. Distribusi cahaya

Faktor ini berpengaruh terhadap penyebaran cahaya. Jika distribusi sumber cahaya tidak merata, maka akan menimbulkan sudut dan bagian ruangan yang gelap.

- c. Pemantulan cahaya

Pemantulan cahaya dari langit-langit tergantung dari warna dan finishing. Pemantulan cahaya ini tidak berlaku pada sistem pencahayaan langsung, tetapi sangat penting pada pencahayaan tidak langsung.

- d. Ukuran ruangan

Ruangan yang luas akan lebih efisien dalam pemanfaatan cahaya daripada ruang yang sempit.

e. Utilisasi cahaya

Utilisasi cahaya adalah persentase cahaya dari sumber cahaya yang secara nyata mencapai dan menerangi benda-benda yang perlu diterangi.

f. Pemeliharaan disain dan sumber cahaya

Apabila pemeliharaan disain dan sumber cahaya tidak baik, misalnya penuh debu, maka akan mempengaruhi pencahayaan yang dihasilkan.

2.8. Faktor-faktor yang Dapat Mempengaruhi Penglihatan

Menurut Suwarno Tasbeh (1992), tidak semua benda dapat terlihat sama jelasnya dengan benda lain. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan adalah:

a. Ukuran obyek

Ukuran obyek yang lebih kecil akan membutuhkan penglihatan yang lebih daripada ukuran obyek yang lebih besar.

b. Warna bahan

Kontras atau kecerahan merupakan rasio dari penerangan obyek yang dilihat terhadap penerangan di daerah sekitarnya.

c. Terangnya warna (*brightness*) yang ditimbulkan oleh sebagian cahaya pantulan dari obyek.

d. Derajat ketelitian tergantung pada obyek yang diamati

e. Waktu pengamatan

Makin lama suatu obyek diamati, maka tingkat ketelitiannya akan semakin baik.

f. Keadaan penglihatan pekerja

g. Kaca mata pelindung, bila diperlukan untuk membantu pengamatan terhadap obyek yang penerangannya tidak sesuai atau menimbulkan kesilauan.

h. Umur pekerja

Semakin tua umur pekerja maka kemampuan untuk mengamati suatu obyek akan semakin menurun. Menurut Arthur Guyton, daya akomodasi mata akan berkurang pada tingkat usia lanjut, terutama setelah melewati usia 40 tahun.

2.9. Faktor-faktor yang Dapat Mempengaruhi Kualitas Pencahayaan

Menurut Roger L. Brauer (1990), faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kualitas pencahayaan antara lain:

a. Sifat Cahaya

Sifat cahaya ditentukan oleh dua hal, yaitu kuantitas atau banyaknya cahaya yang jatuh pada suatu permukaan yang menyebabkan terangnya permukaan tersebut dan kualitas atau sifat cahaya yang menyangkut warna, arah cahaya dan difusi cahaya serta jenis dan tingkat kesilauan.

1. Kuantitas cahaya

Kuantitas pencahayaan bergantung pada jenis pekerjaan yang akan dilakukan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pencahayaan yang baik akan memberikan kemudahan dalam menyelesaikan tugas-tugas pekerja. Intensitas cahaya yang dibutuhkan tergantung dari tingkat ketelitian, bagian yang diamati, warna obyek, kemampuan untuk memantulkan cahaya dan tingkat kecerahan. Untuk melihat suatu benda yang berwarna gelap serta kontras antara obyek dan sekitarnya buruk, maka membutuhkan intensitas cahaya yang tinggi. Sedangkan untuk melihat obyek atau benda yang berwarna cerah serta kontras antara obyek

dan sekitarnya cukup baik, maka intensitas cahaya yang dibutuhkan tidak terlalu tinggi.

Kekuatan intensitas pencahayaan (iluminasi) bergantung pada jarak antara sumber cahaya dengan bidang pantul. Semakin jauh jarak sumber cahaya dengan bidang pantul, maka akan semakin lemah kekuatan iluminasi cahaya yang dipantulkan atau dapat dikatakan bahwa kekuatan iluminasi berbanding terbalik dengan kuadrat jarak sumber cahaya dengan bidang pantul (hukum kuadrat terbalik). Hukum kuadrat terbalik mendefinisikan hubungan antara pencahayaan dari sumber titik dan jarak. Rumus ini menyatakan bahwa intensitas cahaya per satuan luas berbanding terbalik dengan kuadrat jarak dari sumbernya (www.energyefficiencyasia.org).

2. Kualitas cahaya

Adapun kualitas pencahayaan dipengaruhi oleh lingkungan penglihatan di antaranya kesilauan (*glare*), penyebaran cahaya, arah cahaya, warna, kecerlangan (*brightness*) yang akan memberikan efek pada kemampuan untuk melihat dengan mudah dan teliti. Sumber-sumber cahaya yang cukup jumlahnya sangat berguna dalam mengatur pencahayaan secara baik. Pencahayaan dengan berbagai lampu misalnya sangat tepat bagi pekerja yang menggambar di atas permukaan mata, sedangkan pencahayaan satu arah digunakan untuk mengerjakan bagian-bagian kecil. Pengelolaan dari kualitas cahaya yang rendah akan menimbulkan ketidaknyamanan dan kecelakaan kerja, misalnya *glare* dapat menyebabkan kelelahan (*fatigue*), kehilangan efektivitas penglihatan dan mengurangi produktivitas.

Penggunaan warna di tempat kerja dimaksudkan untuk dua hal, yaitu menciptakan kontras warna dengan maksud untuk tangkapan mata dan pengadaan lingkungan psikologis yang optimal. Warna penerangan untuk suatu ruangan dan komposisi spektrumnya sangat penting dalam membandingkan dan mengkombinasikan warna-warna. Warna-warna dalam lingkungan kerja sebagai akibat dari pencahayaan menentukan rupa lingkungan tersebut. Menurut OSHA (1998), penggunaan warna-warna cerah dalam lingkungan kerja dapat membantu untuk membuat obyek terlihat lebih jelas dan dapat menimbulkan kesan ruangan menjadi lebih luas, selain itu secara psikologis juga dapat meningkatkan gairah kerja.

b. Sifat Lingkungan

Sifat lingkungan ditentukan oleh derajat terang (*brightness*), nilai pantulan (*reflectance value*) serta distribusi cahaya (*lighting distribution*). Selain itu Ching (1987) juga mengatakan bahwa ketinggian dan kualitas permukaan langit-langit akan mempengaruhi derajat cahaya di dalam ruang.

1. Derajat terang (*brightness*)

Kemampuan seseorang untuk dapat melihat obyek dengan jelas bergantung pada perbedaan derajat terang obyek tersebut. Mata berfungsi secara optimal apabila derajat terang dalam daerah penglihatan kita relatif sama.

2. Nilai pantulan (*reflectance value*)

Nilai pantulan adalah perbandingan antara sumber cahaya yang datang dengan cahaya yang dipantulkan. Nilai pantulan bergantung pada jenis permukaan pantul, warna dan kemampuan untuk memantulkan cahaya dari

dinding-dinding, langit-langit, lantai dan peralatan kerja akan menentukan pola derajat terang.

Dinding-dinding, lantai dan langit-langit yang berwarna gelap dapat menurunkan efektivitas dari instalasi penerangan sebanyak 50%. Tabel berikut ini adalah nilai pantulan yang dianjurkan oleh *Illuminating Engineering Society* (IES) tahun 1981:

Tabel 2.1. Rekomendasi Nilai Pantulan menurut *Illuminating Engineering Society* (IES)

Deskripsi	Pantulan (%)
Langit-langit	80 – 90
Dinding	40 – 60
Meubel	25 – 45
Mesin, alat	30 – 50
Lantai	20 – 40

Sumber: *Illuminating Engineering Society* (IES)

Tabel 2.2. Nilai Pantulan Berbagai Macam Material menurut *Illuminating Engineering Society* (IES)

Material	Pantulan (%)
Metal	60 – 85
Bahan batu	10 – 92
Gelas	5 – 30
Cermin	80 – 90
Cat putih	60 – 90
Kayu	5 – 50
Aspal	5 – 10
Beton	40

Material	Pantulan (%)
Salju	60 – 75
Cat hitam	3 – 5

Sumber: *Illuminating Engineering Society (IES)*

IES Lighting Handbook (1984) menyatakan bahwa dinding dan langit-langit yang terang, baik yang netral maupun berwarna, lebih efisien daripada dinding gelap dalam menghemat energi dan mendistribusikan cahaya secara merata. Sedangkan Birren (1982) menyatakan bahwa warna terang memantulkan lebih banyak cahaya daripada warna gelap.

3. Distribusi cahaya (*lighting distribution*)

Distribusi cahaya merupakan unit penyebaran pencahayaan yang terdiri dari lampu dan peralatan untuk mendistribusikan serta mengendalikan cahaya. Peralatan penerangan perlu dipasang berdasarkan karakteristik distribusi cahaya yang dikehendaki.

2.10. Sistem Penglihatan

a. Anatomi Mata

Menurut Ganong (1995), anatomi mata terdiri atas:

1. Kelopak mata

Kelopak mata terdiri dari kelopak mata atas dan kelopak mata bawah. Otot yang menggerakkan kelopak mata terdiri atas *musculus orbitalis* yang berguna untuk mengatur kelopak mata dan *musculus levator palpebra* yang berguna untuk membuka kelopak mata. Fungsi pokok kelopak mata adalah melindungi mata dari ancaman bahaya luar.

2. Kelenjar air mata

Kelenjar air mata memiliki dua fungsi utama, yaitu fungsi sekresi dan fungsi ekskresi. Fungsi sekresi berguna untuk menjaga agar mata tetap basah, mengurangi gesekan dan alat mengangkut oksigen dan udara untuk kornea. Sedangkan fungsi ekskresi berguna untuk membuang kotoran dan sisa-sisa yang lain. Dengan menutup kelopak mata, cairan dari *saccus lacrimalis* akan didorong masuk ke dalam hidung. Apabila kelopak mata dibuka, maka air mata akan mengalir dari *glandula lacrimalis* dan kemudian masuk ke dalam *saccus lacrimalis*.

3. Bola mata

Bola mata berbentuk lonjong dan tidak bulat seperti bola, mempunyai diameter kira-kira 2,5 cm dan terdiri dari tiga lapisan, yaitu:

- 1) Lapisan luar yang bersifat fibrus dan kuat, yaitu sklera.
- 2) Lapisan tengah vaskuler, yaitu koroid.
- 3) Lapisan dalam jaringan syaraf, yaitu retina.

Sklera adalah lapisan pembentuk putih mata yang bersifat fibrus dan kuat serta di bagian depan agak melengkung dan tembus cahaya, yang disebut kornea. Sklera berfungsi melindungi struktur mata yang sangat halus serta membantu mempertahankan bentuk bola mata.

Koroid adalah lapisan tengah yang mengandung banyak pembuluh darah untuk memberi makan jaringan dalam bola mata dan membentuk irisan yang berlubang di tengahnya yang dikenal sebagai pupil (manik) mata. Iris memiliki pigmen sehingga dapat menentukan warna mata. Tepat di belakang iris, lapisan koroid ini menebal dan membentuk korpus siliaris yang berisi serabut otot

sirkuler dan serabut-serabut otot yang letaknya seperti jari-jari sebuah lingkaran. Kontraksi otot-otot ini akan menyebabkan pupil mata juga berkontraksi. Iris, korpus siliaris dan koroid bersama-sama membentuk traktur uvea. Pembuluh darah di sini merupakan ranting-ranting arteria oftalmika, yang merupakan cabang dari arteria koratis interna.

Retina adalah lapisan saraf bola mata yang terdiri dari jumlah lapisan serabut yang mengandung sel-sel syaraf, batang-batang kerucut yang merupakan reseptor indera penglihatan ditambah empat jenis neuron, yaitu sel bipolar, sel ganglion, sel horizontal dan sel amakrin. Kesemuanya termasuk dalam konstruksi retina yang merupakan jaringan syaraf halus serta menghantarkan impuls syaraf dari luar menuju *optic disc*, yaitu titik di mana syaraf optikus meninggalkan bola mata dan dikenal sebagai bintik buta karena tidak mempunyai retina yang juga merupakan tempat masuknya pembuluh darah retina ke dalam bola mata.

4. Konjungtiva

Konjungtiva merupakan selaput putih tidak berwarna dan mengandung pembuluh darah.

5. Kornea

Kornea merupakan selaput putih, bersifat transparan dan dilalui cahaya. Kornea tidak mengandung pembuluh darah, akan tetapi mengandung pembuluh limfe. Daya imunitas kornea berasal dari *aqueous humour* dan pembuluh darah di sekitar sklera.

6. Iris

Jaringan iris memiliki dua jenis lapisan epitel. Iris bagian depan terdiri atas satu lapisan epitel, sedangkan bagian belakang terdiri atas dua lapisan. Bagian ini

menghasilkan pigmen yang dapat memberikan warna pada mata sesuai dengan ras/suku bangsa.

7. Korpus siliaris

Korpus siliaris berfungsi untuk membentuk cairan (*humour*) dan memasukkan glukosa dan vitamin di dalam aqueous humour secara aktif.

8. Lensa

Lensa merupakan jaringan avaskuler dan makanannya diperoleh dari *aqueous humour*. Bentuk lensa bikonveks, bersifat kenyal dan diselimuti selaput lensa. Lensa terdiri atas kapsul semi permeabel, sel-sel silindris yang disebut korteks dan sel-sel memanjang yang disebut nukleus. Lensa berpangkal pada jaringan (nukleus siliaris) dengan perantaraan alat penggantung (*lug suspensary*). Fungsi utama lensa adalah untuk akomodasi dan refraksi.

9. Retina

Retina meluas ke depan hampir mencapai badan siliaris. Struktur ini tersusun dalam sepuluh lapisan dan mengandung sel batang (*rods*) dan sel kerucut (*cones*), yang merupakan reseptor penglihatan ditambah empat jenis neuron, sel bipolar, sel ganglion, sel horizontal dan sel amakrim. Karena lapisan reseptor retina terletak di epitel pigmen di sebelah koroid, maka cahaya harus melewati sel ganglion dan sel bipolar untuk mencapai sel batang dan sel kerucut. Epitel pigmen menyerap berkas cahaya dan mencegah pemantulan cahaya kembali ke retina. Unsur-unsur pada retina disatukan bersama-sama oleh sel-sel ganglia yang disebut sel muller. Tonjolan-tonjolan dari sel-sel ini membentuk membran pembatas dalam di permukaan retina dan membran pembatas luar di lapisan reseptor.

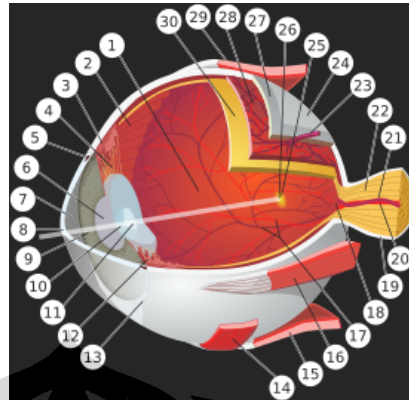
10. Alat-alat penggerak bola mata

Gerakan bola mata bersifat ritmis dan harmonis. Terdapat enam macam otot penggerak bola mata, yaitu:

- 1) *Musculus rectus internus (medius)*, menggerakkan bola mata ke arah medial.
- 2) *Musculus rectus externus (lateralis)*, menggerakkan bola mata ke arah lateral/temporal. Pada saat berkontraksi menyebabkan mata menjadi axis (abduksi).
- 3) *Musculus rectus superior*, berfungsi menarik bola mata ke atas.
- 4) *Musculus rectus inferior*, berfungsi menarik bola mata ke bawah.
- 5) *Musculus oblique superior*, berfungsi menarik bola mata ke arah nasal bawah dan menyebabkan mata berputar ke arah dalam (endorotasi).
- 6) *Musculus oblique inferior*, berjalan di bawah, menarik bola mata ke arah nasal atas dan menyebabkan mata berputar keluar (eksirotasi). Seluruh otot berinsersi di *vacum orbitas*. Insersi otot-otot ini membentuk lingkaran dan disebut *circular zenii*.

11. Axial mata

Axial mata atau sumbu mata berkembang seiring dengan tumbuh kembang manusia itu sendiri.



Gambar 2.6. Anatomi mata

Keterangan gambar:

- | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. <i>Posterior compartment</i> | 15. <i>Inferior rectus muscle</i> |
| 2. <i>Ora serrata</i> | 16. <i>Medial rectus muscle</i> |
| 3. <i>Ciliary muscle</i> | 17. <i>Retinal arteries and veins</i> |
| 4. <i>Ciliary zonules</i> | 18. <i>Optic disc</i> |
| 5. <i>Canal of Schlemm</i> | 19. <i>Dura mater</i> |
| 6. <i>Pupil</i> | 20. <i>Central retinal artery</i> |
| 7. <i>Anterior chamber</i> | 21. <i>Central retinal vein</i> |
| 8. <i>Cornea</i> | 22. <i>Optical nerve</i> |
| 9. <i>Iris</i> | 23. <i>Vorticose vein</i> |
| 10. <i>Lens cortex</i> | 24. <i>Bulbar sheath</i> |
| 11. <i>Lens nucleus</i> | 25. <i>Macula</i> |
| 12. <i>Ciliary process</i> | 26. <i>Fovea</i> |
| 13. <i>Conjunctiva</i> | 27. <i>Sclera</i> |
| 14. <i>Inferior oblique muscle</i> | 28. <i>Choroid</i> |
| | 29. <i>Superior rectus muscle</i> |
| | 30. <i>Retina</i> |

b. Mekanisme Pembentukan Citra (*Image*)

Mata mengubah energi dalam spektrum cahaya tampak menjadi potensial aksi di syaraf optik. Panjang gelombang cahaya yang tampak berkisar antara 397 nm – 723 nm. Citra (bayangan/*image*) suatu benda dalam lingkungan difokuskan di retina. Berkas cahaya yang mencapai retina akan mencetuskan potensial di dalam sel kerucut dan sel batang. Impuls yang timbul di retina dihantarkan ke korteks serebrum, tempat impuls tersebut meninggalkan sensasi penglihatan. Berkas

cahaya akan berbelok/berbias (mengalami refraksi) apabila berjalan dari suatu medium ke medium lain dengan kepadatan yang berbeda, kecuali apabila berkas cahaya tersebut jatuh tegak lurus terhadap permukaan.

Mata manusia memiliki daya bias sekitar 66,7 dioptri pada saat istirahat. Semakin besar lengkungan suatu lensa, maka akan semakin kuat daya biasnya. Proses bagaimana kelengkungan lensa meningkat disebut dengan akomodasi. Akomodasi adalah suatu proses aktif yang memerlukan kerja otot sehingga dapat menyebabkan kelelahan. Titik terdekat ke mata di mana suatu benda dapat difokuskan dengan jelas oleh akomodasi disebut titik dekat penglihatan. Titik dekat akan semakin jauh seiring dengan bertambahnya usia, mulanya berjalan lambat namun akan semakin cepat seiring dengan adanya penuaan. Penurunan fungsi ini terutama disebabkan oleh peningkatan kekerasan lensa, sehingga akomodasi mata berkurang (Sutanto, 1999).

2.11. Efek Pencahayaan terhadap Mata

Pembiasan sinar pada mata ditentukan oleh media penglihatan yang terdiri atas kornea, cairan mata, lensa, badan kaca dan panjang bola mata. Pada mata normal, susunan pembiasan oleh media penglihatan dan panjangnya bola mata demikian seimbang sehingga bayangan setelah melalui media penglihatan dibiaskan tepat di daerah makula lutea. Mata normal disebut juga mata emetropia dan akan menempatkan bayangan benda tepat di retinanya pada keadaan mata tidak melakukan akomodasi/istirahat melihat jauh (Sidharta, 1993).

Kelainan pada mata dapat dikategorikan menjadi dua macam, yaitu kelainan alami yang didapatkan oleh seseorang sejak lahir dan kelainan buatan yang terjadi

akibat pengaruh lingkungan yang menyebabkan organ mata menerima rangsangan cahaya yang berlebihan atau kurang sama sekali. Kelainan buatan ini biasanya disebabkan oleh kesilauan (*glare*), kontras yang dapat menyebabkan rabun jauh ataupun rabun dekat pada mata serta cuaca ruang kerja yang dapat menimbulkan kelelahan atau ketidaknyamanan pekerja dalam melakukan kegiatannya (Sutanto, 1999).

Silau terjadi jika kecerahan dari suatu bagian dari interior jauh melebihi kecerahan dari interior tersebut pada umumnya. Sumber silau yang paling umum adalah kecerahan yang berlebihan dari _rmature dan jendela, baik yang terlihat langsung atau melalui pantulan. Ada dua macam silau, yaitu *disability glare* yang dapat mengurangi kemampuan melihat, dan *discomfort glare* yang dapat menyebabkan ketidaknyamanan penglihatan. Kedua macam silau ini dapat terjadi secara bersamaan atau sendiri-sendiri.

Disability glare ini kebanyakan terjadi jika terdapat daerah yang dekat dengan medan penglihatan yang mempunyai luminansi jauh diatas luminansi obyek yang dilihat. Oleh karenanya terjadi penghamburan cahaya di dalam mata dan perubahan adaptasi sehingga dapat menyebabkan pengurangan kontras obyek. Pengurangan kontras ini cukup dapat membuat beberapa *detail* penting menjadi tidak terlihat sehingga kinerja tugas visual juga akan terpengaruh. Sumber *disability glare* di dalam ruangan yang paling sering dijumpai adalah cahaya matahari langsung atau langit yang terlihat melalui jendela, sehingga jendela perlu diberi alat pengendali/pencegah silau (*screening device*).

Ketidaknyamanan penglihatan terjadi jika beberapa elemen interior mempunyai luminansi yang jauh di atas luminansi elemen interior lainnya. Respon

ketidaknyamanan ini dapat terjadi segera, tetapi adakalanya baru dirasakan setelah mata terpapar pada sumber silau tersebut dalam waktu yang lebih lama. Tingkatan ketidaknyamanan ini tergantung pada luminansi dan ukuran sumber silau, luminansi latar belakang, dan posisi sumber silau terhadap medan penglihatan. *Discomfort glare* akan makin besar jika suatu sumber mempunyai luminansi yang tinggi, ukuran yang luas, luminansi latar belakang yang rendah dan posisi yang dekat dengan garis penglihatan(www.ftsp1.uui.ac.id).

Adapun kelainan-kelainan yang sering terjadi pada sistem optik mata antara lain adalah:

a. Miopia

Miopi adalah suatu gangguan ketajaman penglihatan (refraksi) di mana sinar-sinar sejajar dengan garis pandang tanpa akomodasi akan dibiaskan di depan retina. Penderita miopi akan mengeluh penglihatannya kabur apabila melihat obyek yang jauh, sedangkan untuk melihat obyek yang dekat akan tetap jelas. Miopi dapat disebabkan oleh karena sumbu mata yang terlalu panjang (miopi axial) atau daya pembiasan mata terlalu kuat (miopi refraktif), kemungkinan terletak pada kornea (kornea terlalu legkung seperti pada keratokonus, kerato globus, keratekasi) dan pada lensa (lensa terlalu cembung pada katarak immature, dislokasi lensa) atau pada cairan mata sendiri seperti pada penderita Diabetes Mellitus.

b. Hipermetropia

Hipermetropia adalah suatu gangguan tajam penglihatan di mana sinar-sinar sejajar dengan garis pandang, tanpa akomodasi akan dibiaskan di belakang retina. Penderita hipermetropia akan mengalami penglihatan kabur apabila melihat obyek yang dekat karena bayangan benda yang dilihatnya jatuh di belakang retina

sehingga disebut sebagai rabun dekat. Selain itu penderita hipermetropia akan terus-menerus berakomodasi dalam usahanya untuk meningkatkan daya bias lensa sehingga akan menimbulkan gejala-gejala lelah, sakit kepala, pusing dan lain-lain. Hipermetropia dapat disebabkan karena sumbu mata yang terlalu pendek (hipermetropia axial) atau daya bias mata terlalu lemah (hipermetropia refraktif) (Rahmawan, 1995).



BAB 3

KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL

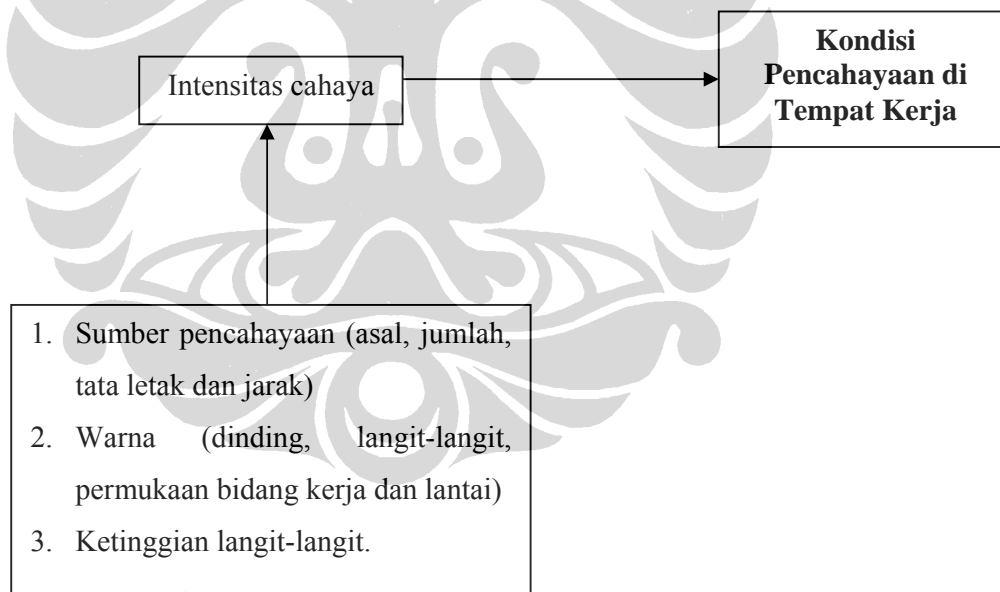
3.1. Kerangka Teori

1. Intensitas Cahaya
1. Kesilauan (*glare*)
2. Tingkat ketelitian
3. Sumber pencahayaan
4. Arah cahaya
5. Kecerlangan
6. Warna
7. Derajat terang (*brightness*)
8. Pemantulan cahaya
9. Distribusi cahaya
10. Ketinggian langit-langit
11. Kualitas permukaan langit-langit
12. Disain sistem pencahayaan
13. Ukuran ruangan
14. Ukuran obyek
15. Utilisasi cahaya
16. Pemeliharaan disain dan sumber cahaya
17. Waktu pengamatan
18. Keadaan penglihatan pekerja
19. Umur pekerja
20. Kaca mata pelindung

**Kondisi
Pencahayaan di
Tempat Kerja**

Menurut Roger L. Brauer (1990), Suwarno Tasbeh (1992) dan Departemen Pekerjaan Umum (1981), faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kondisi pencahayaan di tempat kerja adalah intensitas cahaya, kesilauan (glare), tingkat ketelitian, sumber pencahayaan, arah cahaya, kecerlangan, warna, derajat terang (brightness), pemantulan cahaya, distribusi cahaya, ketinggian langit-langit, kualitas permukaan langit-langit, disain sistem pencahayaan, ukuran ruangan, ukuran obyek, utilisasi cahaya, pemeliharaan disain dan sumber cahaya, waktu pengamatan, keadaan penglihatan pekerja, umur pekerja dan adanya kaca mata pelindung.

3.2. Kerangka Konsep



Dalam kerangka konsep peneliti melakukan simplifikasi variabel yang akan diteliti. Dari sekian banyak faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kondisi pencahayaan di tempat kerja, peneliti hanya akan meneliti tiga variabel yang berkaitan dengan kondisi lingkungan kerja. Hal tersebut dikarenakan adanya pertimbangan akan kemudahan dan kecepatan dalam memperoleh data. Variabel

independen yang merupakan indikator pencahayaan adalah sumber pencahayaan (dalam kaitannya dengan asalnya, jumlah, tata letak dan jarak), warna (dinding, langit-langit, permukaan bidang kerja dan lantai) serta ketinggian langit-langit sebagai faktor penunjang dari intensitas cahaya untuk menentukan baik atau buruknya kondisi pencahayaan di tempat kerja.

3.3. Definisi Operasional

3.3.1. Intensitas cahaya

Intensitas cahaya adalah jumlah rata-rata cahaya yang diterima pekerja setiap waktu pengamatan pada setiap titik dan dinyatakan dalam satuan Lux. Intensitas pencahayaan diukur dengan menggunakan alat Lux meter. Hasil pengukuran dinyatakan memenuhi standar apabila besar intensitas pencahayaan mencapai 1000 Lux atau lebih, sebaliknya hasil pengukuran dinyatakan tidak memenuhi standar apabila besar intensitas pencahayaan kurang dari 1000 Lux. Hal ini sesuai dengan ketentuan yang terdapat dalam Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/Menkes/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri (Kepmenkes No. 1405 Tahun 2002).

3.3.2. Warna lingkungan kerja (dinding, langit-langit, bidang kerja dan lantai)

Warna lingkungan kerja (dinding, langit-langit, bidang kerja dan lantai) adalah warna cat dinding, langit-langit, bidang kerja dan lantai yang digunakan, yang dapat mempengaruhi intensitas pencahayaan di area tersebut.

3.3.3. Sumber pencahayaan

Sumber pencahayaan adalah suatu media, baik alami maupun buatan yang dapat menimbulkan cahaya dan dapat dipergunakan dalam kehidupan sehari-hari. Menurut asalnya sumber pencahayaan dapat dibedakan menjadi pencahayaan alami dan pencahayaan buatan. Sumber pencahayaan juga dinyatakan dalam jumlah dan bagaimana tata letaknya di area tersebut.

3.3.4. Ketinggian langit-langit

Ketinggian langit-langit adalah jarak antara permukaan langit-langit baik dengan permukaan lantai maupun bidang kerja yang diukur dengan menggunakan pita ukur.

3.3.5. Kondisi Pencahayaan di Tempat Kerja

Kondisi pencahayaan di tempat kerja adalah kondisi baik atau buruknya pencahayaan di suatu tempat kerja berdasarkan hasil pengukuran intensitas cahaya (iluminasi) yang dibandingkan dengan standar yang berlaku yaitu Kepmenkes No. 1405 Tahun 2002.