



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencahayaan

2.1.1 Pengertian Pencahayaan

Cahaya adalah salah satu dari berbagai jenis energi gelombang (*wave energy*) yang dikenal sebagai radiasi elektromagnetik (*electromagnetic radiation*). Gelombang yang termasuk radiasi elektromagnetik ini adalah gelombang radio, *microwave*, sinar infra merah, sinar *ultraviolet*, sinar X dan sinar gamma. Mereka semua membentuk sesuatu yang dikenal sebagai spektrum elektromagnetik (Sapta Hari, 2019).

Mengutip Keputusan Menteri Kesehatan No.1405 tahun 2002 dalam penelitian (Simbolon, 2017), penerangan adalah jumlah radiasi pada suatu bidang kerja yang diperlukan untuk melakukan kegiatan secara efektif. Cahaya memiliki satuan *lux* (lm/m^2), dimana *lm* adalah *lumens* dan m^2 adalah satuan dari luas permukaan. Cahaya yang tidak mencukupi akan menyebabkan kelelahan pada otot dan saraf mata yang menyebabkan gangguan penglihatan dan akhirnya kelelahan keseluruhan fisiologis pada seorang pekerja (Hasibuan et al., 2020). Kelelahan yang terjadi akan mengakibatkan turunnya konsentrasi dalam bekerja, meningkatnya jumlah kesalahan dalam bekerja yang berujung pada kerusakan produksi yang tinggi, hal ini berkontribusi pada tugas mengurangi produktivitas pekerja secara individu dan secara keseluruhan.

Gelombang dan radiasi yang dihasilkan oleh layar monitor diantaranya sinar X, sinar ultraviolet, gelombang mikro, radiasi elektromagnetik frekuensi sangat rendah. Studi yang dilakukan oleh *American Optometric Association (AOA)*

menyatakan bahwa radiasi komputer dapat menyebabkan kelelahan mata dan gangguan mata. Radiasi yang dipancarkan dari layar laptop akan menyebabkan kelelahan mata. Pencahayaan yang baik memungkinkan seseorang dapat melihat objek-objek secara jelas (Pustikasai & Fitriyanti, 2021).

2.1.2 Sumber Pencahayaan

1. Pencahayaan alamiah

Pencahayaan alamiah adalah pencahayaan yang dihasilkan oleh sumber cahaya alami berupa cahaya matahari dengan intensitas yang bervariasi tergantung waktu, musim dan lokasi (Savila, 2016).

Menurut (Juliana, 2020) cahaya alami selalu berubah intensitas dan warnanya karena dipengaruhi oleh peredarannya dalam tata surya, maupun cuaca saat mendung, atau pergantian musim. Manfaat sinar matahari dalam desain interior adalah sangat penting untuk menerangi ruangan agar orang dapat bekerja, dan kenyamanannya sangat bergantung pada sistem pencahayaan dan kondisi lingkungan setempat. Tinggi rendah dan lebar ambang pintu, lebar jendela dan dinding merupakan hal yang perlu diperhatikan agar sinar matahari dapat masuk.

1. Keuntungan pencahayaan alami :
 - a. Bersifat alami, tersedia melimpah dan terbaru;
 - b. Tidak memerlukan biaya dalam penggunaannya;
 - c. Cahaya alam sangat baik dilihat dari nilai kesehatan karena memiliki daya panas dan kimiawi yang diperlukan bagi makhluk hidup di bumi;
 - d. Cahaya alam dapat memberi kesan lingkungan yang berbeda, bahkan kadang-kadang sangat memuaskan.

2. Kelemahan pencahayaan alam :

- a. Cahaya alam sulit dikendalikan, kondisinya yang selalu berubah karena dipengaruhi oleh waktu dan cuaca;
- b. Cahaya alam tidak akan ditemui pada saat malam hari;
- c. Sinar ultraviolet dari cahaya alam mudah merusak benda-benda didalam ruangan;
- d. Perlengkapan untuk melindungi dari panas dan silau membutuhkan biaya tambahan yang cukup tinggi.

2. Pencahayaan Buatan

Cahaya buatan adalah cahaya yang dihasilkan oleh perangkat buatan, sumber cahaya utama adalah listrik. Lampu listrik sebenarnya adalah filamen, yaitu cahaya yang berasal dari seikat kabel bercahaya yang sejumlah besar listrik mengalir melalui kawat (Septiady et al., 2021).

Menurut (Suhermawan Sukri, 2021) menyebutkan bahwa fungsi pokok pencahayaan buatan di lingkungan kerja baik yang diterapkan secara tersendiri maupun yang digabungkan dengan pencahayaan alami adalah sebagai berikut :

- a. Menciptakan lingkungan yang memungkinkan pekerja melihat secara detail serta terlaksananya tugas serta kegiatan visual secara mudah dan tepat.
- b. Memungkinkan pekerja untuk berjalan dan bergerak secara mudah dan aman.
- c. Tidak menimbulkan pertambahan suhu udara yang berlebihan pada tempat kerja.

- d. Memberikan pencahayaan dengan intensitas yang tetap menyebar secara merata, tidak berkedip, tidak menyilaukan dan tidak menimbulkan bayangan.
- e. Meningkatkan lingkungan visual yang nyaman dan meningkatkan prestasi.

Penggunaan penerangan listrik harus memenuhi sesuai syarat-syarat tertentu, yakni sebagai berikut (Septiady et al., 2021):

- a. Penerangan harus memiliki intensitas yang cukup sesuai dengan pekerjaan yang dilakukan.
- b. Penerangan listrik tidak boleh menyebabkan peningkatan suhu udara yang berlebihan ditempat kerja, jika hal ini terjadi, maka diusahakan untuk menurunkan suhunya, misalnya dengan ventilasi, kipas angin dan sejenisnya.
- c. Sumber cahaya listrik harus menyediakan penerangan dengan intensitas yang sesuai, menyebar secara merata, tidak berkedip, tidak menyilaukan, serta tidak menimbulkan bayangan yang mengganggu atau tidak menyenangkan.

2.1.3 Jenis Pencahayaan

Cahaya dari suatu sumber cahaya tidak selalu dipancarkan secara langsung ke suatu objek pencahayaan atau bidang kerja (Suhermawan Sukri, 2021). Menurut (Savila, 2016) terdapat lima klasifikasi pemancaran cahaya dari sumber cahaya, yaitu:

a. Pencahayaan tidak langsung

Pencahayaan tidak langsung 90% hingga 100% cahaya dipancarkan ke langit-langit ruangan sehingga yang digunakan di area kerja adalah cahaya yang dipantulkan. Pancaran cahaya pada pencahayaan tidak langsung juga dipantulkan oleh dinding sehingga cahaya yang sampai pada permukaan bidang kerja dipantulkan oleh dinding, kalau bidang pantulnya adalah langit-langit, intensitas cahaya di bidang kerja dipengaruhi oleh daya pantul langit-langit, tujuan ini lampu biasanya digantung.

Sumber cahaya digantungkan atau dipasangkan setidaknya dengan jarak 45,7 cm di bawah langit-langit tinggi ruangan minimal 2,25 m. Sumber cahaya dapat dipasang pada bagian tembok dekat langit-langit yang cahayanya diarahkan ke langit-langit.

b. Pencahayaan setengah tidak langsung

Pencahayaan setengah tidak langsung 60% hingga 90% cahaya diarahkan ke langit-langit. Penyebaran cahaya pada pencahayaan ini mirip dengan penyebaran pencahayaan tidak langsung tetapi lebih efisien dan kuat penerangannya lebih tinggi. Perbandingan kecerahan antara sumber cahaya dengan sekelilingnya tetap memenuhi syarat tetapi pada pencahayaan ini timbul bayangan walaupun tidak jelas. Pencahayaan setengah tidak langsung digunakan pada ruangan yang memerlukan *modeling shadow*. Penggunaan penerangan setengah tidak langsung adalah pada toko buku, ruang baca, dan ruang tamu.

c. Pencahayaan menyebar (Difus)

Pencahayaan difus maka distribusi cahaya ke atas dan bawah relatif merata yaitu berkisar 40% hingga 60%. Perbandingan ini tidak tepat

masing-masing 50% karena armatur yang berbentuk bola yang akan digunakan ada kalanya ada terbuka pada bagian bawah atau atas. Armatur terbuat dari bahan yang tembus cahaya, antara lain kaca embun, fiberglas, plastik. Penggunaan pencahayaan difus antara lain pada tempat ibadah.

d. Pencahayaan setengah langsung

Pencahayaan setengah langsung maka 60% hingga 90% cahayanya diarahkan ke bidang kerja sedangkan selebihnya diarahkan ke langit-langit, sehingga pencahayaan jenis ini cukup efisien. Pemakaian pencahayaan setengah langsung terdapat pada ruang kantor, ruang kelas, toko, serta tempat lainnya.

e. Pencahayaan langsung

Pencahayaan langsung memancarkan cahaya berkisar 90% hingga 100% ke bidang kerja. Pencahayaan langsung akan terjadi efek terowongan (*tunneling effect*) pada langit-langit yaitu tepat di atas lampu terdapat bagian yang gelap. Pencahayaan langsung dapat dirancang menyebar atau terpusat, tergantung reflektor yang digunakan. Kelebihan pada pencahayaan langsung adalah efisiensi pencahayaan tinggi dan memerlukan sedikit lampu untuk bidang kerja yang luas.

2.2 Radiasi

2.2.1 Pengertian Radiasi

Radiasi adalah energi yang dilepaskan, baik dalam bentuk gelombang atau partikel. Muatan listrik yang ditimbulkan setelah bertabrakan dengan objek tertentu, radiasi dibagi menjadi radiasi ion dan radiasi non-ion (Simbolon, 2017).

Kemudahan melihat suatu objek kerja dan kejelasan melihat objek kerja dipengaruhi oleh kekontrasan cahaya. Terlalu banyak kontras dapat menyebabkan kesilauan dan pantulan. Objek kerja yang terlalu gelap dengan latar belakang terang menjadi lebih mudah dilihat dibandingkan dengan benda berwarna terang dengan latar belakang gelap kecuali pada tingkat pencahayaan yang buruk. Kontras warna dapat meningkatkan kejelasan untuk melihat objek sekitar (Septiansyah, 2014).

2.2.2 Jenis Radiasi yang ditimbulkan Oleh Komputer

Radiasi yang ditimbulkan oleh komputer adalah sinar radiasi elektromagnetik, sebagai berikut : (Elfira et al., 2020)

1. Radiasi cahaya tampak

Komputer memancarkan radiasi cahaya dalam bentuk radiasi cahaya tampak biru yang dikenal *blue light retinal injury*. Radiasi cahaya tampak dengan frekuensi 750-365 Thz dan panjang gelombang 400-780 nm dapat mencapai retina, hal ini akan berdampak buruk bagi kesehatan mata pengguna media komputer. Jenis radiasi cahaya tampak ini dapat menyebabkan *fotorenetis* atau yang disebut peradangan pada retina.

2. Radiasi beta

Komputer juga memancarkan gelombang radiasi beta yang berbahaya bagi retina mata seseorang pengguna komputer.

3. Sinar ultraviolet

Sinar ultraviolet merupakan radiasi elektromagnetik terhadap panjang gelombang yang lebih pendek dari daerah dengan sinar

tampak, namun lebih panjang dari sinar-X yang kecil. Sinar ultraviolet dapat menimbulkan penyakit katarak.

4. Gelombang mikro

Gelombang mikro dapat memicu perubahan pada permukaan *posterior* kapsul lensa yang dapat menyebabkan pembentukan katarak. Pengguna yang berada di medan gelombang mikro juga mengalami dampak negatif lainnya di luar masalah penglihatan seperti sakit kepala, lelah, pusing, tegang, daya ingat kurang baik, kesulitan bernafas dan nyeri pada otot.

5. Radiasi elektromagnetik

Radiasi elektromagnetik adalah kombinasi medan listrik dan medan magnet yang berosilasi dan merambat melalui ruang dan membawa energi dari satu tempat ke tempat yang lain.

6. Radiasi yang ditimbulkan oleh *microchip* dan *hardisk*.

7. Teknologi *nirkable wifi* atau *wireless*.

2.2.3 Lama Paparan Radiasi Monitor

Komputer adalah suatu perangkat elektronik yang memiliki kemampuan untuk melakukan tugas menerima *input*, mengolahnya, dan menyediakan *output* berupa hasil komputasi. Hasil komputasi akan dikonversi menjadi data visual yang dapat dilihat dengan menggunakan monitor atau *Visual Display Terminal* (Harmayani et al., 2021). *Visual Display Terminal* (VDT) atau yang biasa dikenal dengan monitor merupakan bagian yang sering ditatap oleh mata dan menyebabkan gangguan kesehatan mata pada penggunaannya (J. Sumakul et al., 2020).

2.3 Kelelahan Mata

2.3.1 Pengertian Kelelahan Mata

Menurut (Simbolon, 2017) kelelahan mata adalah ketegangan pada mata yang disebabkan oleh penggunaan indra penglihatan saat bekerja, yang membutuhkan jangka waktu yang lama dan seringkali disertai dengan kondisi pandangan yang tidak nyaman, sedangkan menurut (Savila, 2016) kelelahan mata timbul sebagai stres intensif pada fungsi-fungsi mata seperti terhadap otot-otot akomodasi pada pekerjaan yang diperlukan pengamatan secara teliti ataupun pengamatan secara dekat terhadap retina sebagai akibat ketidaksesuaian kontras pada mata.

Kelelahan mata disebabkan oleh stres yang terjadi pada fungsi penglihatan. Stres pada otot akomodasi dapat terjadi pada saat seseorang berupaya untuk melihat pada objek berukuran kecil pada jarak yang dekat dalam waktu yang cukup lama (Suhermawan Sukri, 2021). Kondisi demikian otot-otot mata akan bekerja secara terus menerus dan lebih dipaksakan dalam penggunaannya. Ketegangan otot pengakomodasi (otot-otot siliar) makin besar sehingga terjadi peningkatan asam laktat yang menimbulkan kelelahan mata, stres pada retina dapat terjadi bila terdapat kontras yang berlebihan dalam lapangan penglihatan dan waktu pengamatan yang cukup lama (Juliana, 2020).

2.3.2 Gejala Kelelahan Mata

Gejala umum yang dialami oleh pekerja yang merasakan *eyestrain* adalah mata yang terasa mengantuk dan mata berair secara terus menerus. Menurut (Irma et al., 2019) menyebutkan gejala kelelahan mata adalah sebagai berikut:

- a. Bola mata terasa nyeri atau berdenyut.
- b. Penglihatan terasa kabur, penglihatan menjadi ganda, dan sulit memfokuskan penglihatan.
- c. Mata terasa perih, kemerahan, sakit dan berair.
- d. Sakit kepala dan juga kadang disertai rasa mual.

Faktor di atas masih terdapat banyak faktor lain yang menyebutkan gejala kelelahan mata. Gejala-gejala tersebut antara lain:

- a. Mata merasa sakit.
- b. Mata terasa agak berat.
- c. Penglihatan menjadi kabur.
- d. Penglihatan ganda atau objek berbayang.
- e. Mata terasa panas.
- f. Mata berair secara terus menerus.
- g. Kelopak mata terasa berat.
- h. Merasa mengantuk.
- i. Mata terasa tegang.
- j. Kelopak mata berkedut atau kejang.
- k. Mata terasa kering.
- l. Mata terasa gatal.
- m. Sakit kepala.
- n. Perubahan sensasi terhadap warna.
- o. Mata memerah.
- p. Sulit memfokuskan penglihatan.
- q. Mata sering dikucek.

2.3.3 Faktor Keluhan Kelelahan Mata

Faktor yang dapat mempengaruhi gejala kelelahan mata menurut (Irma et al., 2019) adalah faktor perangkat kerja (ukuran objek pada layar dan tampilan pada layar), lingkungan kerja (cahaya monitor, pencahayaan di dalam ruangan, suhu udara), desain ruang kerja (karakteristik dokumen, durasi kerja) dan karakteristik individu (usia, jenis kelamin).

Beberapa faktor yang berhubungan dengan kelelahan mata pengguna komputer, antara lain :

a. Usia

Menurut (Naota et al., 2019), menyebutkan bahwa daya akomodasi menurun pada usia 45-50 tahun, hal ini disebabkan setiap tahun lensa semakin berkurang kelenturannya dan kehilangan kemampuan menyesuaikan diri. Semakin tua seseorang, lensa semakin kehilangan kekenyalan sehingga daya akomodasi makin berkurang dan otot-otot semakin sulit dalam menebalkan dan menipiskan mata.

Seiring bertambahnya usia, fungsi otot mata dapat memburuk, hal ini ditunjukkan melalui suatu kondisi bahwa penambahan usia (> 40 tahun) dapat mempengaruhi kepekaan terhadap kontras cahaya dan daya akomodasi pada mata karena elastisitas lensa yang berkurang dengan bertambahnya usia sehingga hal ini dapat mengganggu produktivitas kerja (Irma et al., 2019).

b. Kelainan refraksi

Menurut (Simbolon, 2017) kelainan refraksi merupakan kelainan pembiasan sinar pada mata sehingga sinar tidak difokuskan pada retina atau bintik kuning, tetapi dapat di depan atau di belakang bintik kuning dan

mungkin tidak terletak pada satu titik yang fokus. Terdapat 4 tipe umum *ametropobia* yaitu:

1. Miopia (rabun dekat)

Terjadi bila kekuatan optik terlalu tinggi (biasanya karena bola mata yang panjang) dan sinar cahaya paralel difokuskan di depan retina.

2. Hipermetropoba atau Hyperopia (rabun jauh).

Kekuatan optik mata terlalu rendah (biasanya karena mata terlalu pendek) dan sinar cahaya paralel mengalami konvergensi pada titik di belakang retina.

3. Astigmatisme

Kekuatan optik kornea di bidang yang berbeda tidak sama. Sinar cahaya paralel yang melewati bidang yang berbeda ini jatuh ketitik fokus yang berbeda.

4. Presbiopia (penglihatan tua)

Terjadi akibat hilang akomodasi, dari hilangnya akomodasi ini maka seseorang yang berusia lebih dari 40 tahun akan merasakan keluhan setelah membaca yaitu berupa mata lelah, berair secara terus menerus dan sering terasa perih.

c. Durasi Penggunaan Komputer

Menurut (Irma et al., 2019) waktu kerja seseorang menentukan kesehatan yang bersangkutan, efisiensi, efektivitas dan produktivitas kerjanya. Aspek penting dalam hal waktu kerja meliputi :

- a. Lamanya seseorang mampu bekerja dengan baik.
- b. Hubungan antara waktu kerja dan istirahat.

- c. Waktu bekerja sehari menurut periode waktu yang meliputi siang hari (pagi, siang, sore) dan malam hari.

Menurut (Sampouw et al., 2019) menyebutkan bahwa pengelompokan beban kerja pekerja komputer berdasarkan lama waktu kerja sebagai berikut :

1. Pekerja komputer dengan beban kerja berat adalah pekerja yang mempunyai lama waktu kerja 4 jam sehari secara terus-menerus.
2. Pekerja komputer dengan beban kerja sedang adalah pekerja dengan lama waktu kerja antara 2-4 jam sehari secara terus-menerus.
3. Pekerja komputer dengan beban kerja ringan adalah pekerja dengan lama waktu kerja kurang dari 2 jam sehari secara terus-menerus.

Computer Vision Syndrome (CVS) dapat muncul segera setelah pemakaian komputer dalam jangka waktu lama atau lebih dari 4 jam (Irma et al., 2019). Berbagai gejala yang timbul pada pekerja komputer yang bekerja dalam waktu lama selain diakibatkan oleh cahaya yang masuk ke mata, juga diakibatkan karena mata seorang pekerja komputer berkedip lebih sedikit dibandingkan pekerja mata normal pekerja biasa sehingga menyebabkan mata menjadi kering dan terasa panas (Sampouw et al., 2019).

- d. Istirahat Mata

Menurut (Irma et al., 2019) ada tiga jenis istirahat bagi pengguna komputer, diantaranya :

1. *Micro break*, yaitu mengistirahatkan mata selama 10 detik setiap 10 menit bekerja, dengan cara melihat jauh (minimal 6 meter) diikuti dengan mengedipkan mata secara relaks secara berkala.

2. *Mini break*, yaitu mengistirahatkan mata selama 5 menit setiap setengah jam dengan cara berdiri dan melakukan peregangan tubuh, selain itu lakukan juga melihat jauh dengan objek yang berbeda-beda.
3. *Maxi break*, yaitu mengistirahatkan mata dengan melakukan kegiatan seperti jalan-jalan, bangun dari tempat kerja, minum kopi atau teh dan makan siang.

Menurut (Septiady et al., 2021) perlu dilakukan istirahat selama 15 menit terhadap pemakaian komputer setelah 2 jam. Frekuensi istirahat yang teratur berguna untuk memotong rantai kelelahan sehingga akan menambah kenyamanan bagi pengguna komputer saat bekerja.

e. Jarak layar monitor

Jarak layar monitor yang terlalu dekat dapat mengakibatkan mata menjadi tegang, cepat lelah dan potensi gangguan penglihatan (Zulaiha et al., 2018), apabila seseorang bekerja melihat objek bercahaya di atas dasar berwarna pada jarak dekat secara terus menerus dalam jangka waktu tertentu mengakibatkan mata harus berakomodasi dalam jangka waktu yang lama sehingga terjadi penurunan daya akomodasi mata (Simbolon, 2017).

Menurut (Zulaiha et al., 2018) pada saat menggunakan komputer jarak antara mata pekerja dengan layar sekurang-kurangnya adalah 20-40 inch atau sekitar 50-70 cm.

2.4 Kerangka Teori



Gambar 2.1 Kerangka Teori

Sumber : (Irma et al., 2019).

2.5 Kerangka Konsep



Gambar 2. 2 Kerangka Konsep

Variabel penelitian ini terdiri dari variabel independen (lama paparan radiasi monitor komputer) dan variabel dependen (keluhan kelelahan mata).

