



Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan

Kementerian Sumber Manusia

Malaysia



**GARIS PANDUAN
KESELAMATAN DAN KESIHATAN PEKERJAAN
UNTUK PENCAHAYAAN DI TEMPAT KERJA
2018**



PRAKATA

Garis panduan ini boleh dinamakan sebagai Garis Panduan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan untuk Pencahayaan di Tempat Kerja.

Tujuan garis panduan ini adalah untuk memberi panduan bagi mencapai persekitaran visual yang selesa dan sesuai dengan fungsi dalaman. Secara umumnya, ia berkaitan dengan pencahayaan buatan di tempat kerja dan tidak termasuk kegiatan khusus seperti perlombongan bawah tanah, operasi menyelam dan luar pesisir, sesetengah jenis hiburan dan pemprosesan fotografi.

Semua majikan diharap dapat menerima pakai dan menyesuaikan garis panduan ini sebagai sumber rujukan dalam mengurus pencahayaan di tempat kerja. Ia adalah tanggungjawab am di bawah Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994 dan Akta Kilang dan Jentera 1967 untuk memastikan bukan sahaja keselamatan, kesihatan dan kebajikan pekerja di tempat kerja tetapi juga pelawat dan individu yang lalu-lalang. Sebagai sebahagian daripada perkara ini, mereka hendaklah menyediakan pencahayaan yang sesuai dengan tempat kerja dan kegiatannya kerana pencahayaan yang tidak mencukupi atau tidak sesuai boleh menyebabkan kemalangan atau menjejaskan kesihatan.

Garis panduan ini akan dikaji semula dari semasa ke semasa. Majikan, pekerja dan pengamal keselamatan dan kesihatan pekerjaan digalakkan untuk memberi ulasan secara bertulis kepada Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan Malaysia supaya garis panduan ini dapat terus diperbaiki.

Saya ingin mengucapkan terima kasih dan menghargai mereka yang telah memberi sumbangan dalam menghasilkan garis panduan ini.

Ketua Pengarah

Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan,

Malaysia

2018

SINGKATAN

BS	:	Standard British
CIE	:	<i>International Commission on Illumination</i>
CRI	:	Indeks Penerapan Warna
DIN	:	<i>Institut Für Normung Deutsches</i>
F	:	Pendarfluor
HID	:	Nyahcas Keamatan Tinggi
HSE	:	<i>Health and Safety Executive</i>
HSG	:	<i>Health and Safety Guidance</i>
Hz	:	Hertz
IES	:	<i>Illuminating Engineering Society</i>
IR	:	Inframerah
IRR	:	Sinaran Inframerah
LED	:	Diod Pemancar Cahaya
lm	:	Lumen
lx	:	Luks
UK	:	United Kingdom
UV	:	Ultra Ungu
UVR	:	Sinaran Ultra Ungu



PENGHARGAAN

Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan Malaysia ingin mengucapkan terima kasih kepada individu berikut kerana sumbangan mereka yang sangat berharga semasa merangka garis panduan ini. Garis Panduan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan untuk Pencehayaan di Tempat Kerja telah disediakan oleh jawatankuasa gubalan yang terdiri daripada:

Wakil		Organisasi
1. Hajjah Nor Maizura binti Yusoff (Pengerusi)	-	JKKP, Malaysia
2. Husdin bin Che Amat	-	JKKP, Malaysia
3. Shabanon binti Mohd Sharif	-	JKKP, Malaysia
4. Hajjah Noor Azurah binti Abd Rahman	-	JKKP, Malaysia
5. Kasman bin Nasir	-	JKKP, Malaysia
6. Fauziah binti Kamaruddin	-	JKKP, Malaysia
7. Haji Mohd Fadhil bin Haji Abu Yazid	-	JKKP, Malaysia
8. Katrina Ann Gumal	-	JKKP, Malaysia
9. Mohd Faeizie bin Mahat	-	JKKP, Malaysia
10. Dr. Nur Nadiah binti Azman	-	JKKP, Malaysia
11. Mohd Yunus bin Yusof	-	JKKP, Malaysia
12. Suhairi bin Abdul Kadir	-	JKKP, Malaysia
13. Haji Ismail bin Jalil	-	JKKP, Malaysia
14. Musna binti Rappe (Urus setia)	-	JKKP, Malaysia

Setinggi-tinggi penghargaan kepada Ir. Dr. Majahar bin Abd Rahman (JKKP), Ir. Haji Anuar bin Mohd Mokhtar (Perunding OSHChem) dan Safial Eqbal bin Zakaria (Universiti Terbuka Malaysia) yang turut menyumbang kepada kejayaan garis panduan ini.

SENARAI KANDUNGAN

Prakata	i
Singkatan	ii
Penghargaan	iii
Senarai Kandungan	iv
Senarai Jadual	vii
Senarai Rajah	viii
1.0 Pengenalan	1
1.1 Tujuan	2
1.2 Skop dan Pemakaian	2
2.0 Kehendak Undang-undang	3
2.1 Akta Kilang dan Jentera (AKJ) 1967	3
2.2 Peraturan-Peraturan Kilang dan Jentera (Keselamatan, Kesihatan dan Kebajikan), 1970	3
2.3 Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (AKKP) 1994	4
3.0 Definisi	5
3.1 Fluks Berluminositi	5
3.2 Keamatan Berluminositi	5
3.3 Kecahaya	5
3.4 Sistem lampu	6
3.5 Pencahayaan Umum	6
3.6 Pencahayaan Tempatan	6
3.7 Satah Kerja	6
3.8 Kepantulan	6
3.9 Silau	7



4.0	Pencahayaan Untuk Memastikan Keselamatan dan Kesihatan	8
4.1	Aspek Keselamatan Pencahayaan	8
4.1.1	Kecahayaannya dan Satah	9
4.1.2	Kesan Silau	10
4.1.3	Kesan Warna	12
4.1.4	Kesan Stroboskopik	12
4.1.5	Kerlipan	13
4.1.6	Pantulan Layah	13
4.2	Aspek Kesihatan Pencahayaan	14
4.2.1	Kelesuan Visual	14
4.2.2	Kerosakan Tisu	16
5.0	Kelengkapan Pencahayaan	19
5.1	Lampu	19
5.1.1	Huruf Awalan Lampu	19
5.1.2	Pembinaan dan Rupa Bentuk	19
5.1.3	Keberkesanan Berluminositi	20
5.1.4	Hayat	20
5.1.5	Warna Ketara	20
5.1.6	Penerapan Warna	20
5.1.7	Waktu Persiapan	21
5.2	Kemasan Lampu	21
5.3	Sistem Kawalan	22
6.0	Pemasangan Pencahayaan	23
6.1	Pencahayaan Dalam	23
6.2	Pencahayaan Luar	27
6.3	Penyelenggaraan Pencahayaan	28

7.0	Penaksiran Pencahayaan	29
7.1	Langkah Penaksiran Pencahayaan	29
7.2	Pemeriksaan Lintas Lalu	31
7.3	Pengukuran Pencahayaan	31
7.3.1	Pengukuran untuk Pencahayaan Umum	33
7.3.2	Pengukuran untuk Tugas atau Aktiviti Khusus	36
7.3.3	Keseragaman Pencahayaan	39
7.3.4	Nisbah Pencahayaan	39
7.4	Langkah Pembaikan	40
7.5	Melaporkan Penaksiran	46
8.0	Pencahayaan Kecemasan	47
8.1	Pencahayaan Tunggu Sedia	47
8.2	Pencahayaan Keluar	47
8.2.1	Pencahayaan Laluan Keluar	48
8.2.2	Pencahayaan Kawasan Terbuka / Pencahayaan Anti Panik	48
8.2.3	Pencahayaan Kawasan Kerja Berisiko Tinggi	48
8.3	Reka Bentuk Pencahayaan Kecemasan	49
9.0	Rujukan	52
10.0	Lampiran	
	Lampiran 1: Keperluan Pencahayaan yang Disyorkan untuk Pelbagai Bilik dan Aktiviti	53
	Lampiran 2: Senarai Semak Pencahayaan	63



SENARAI JADUAL

Jadual 1 : Bilangan minimum titik pengukuran untuk mengukur purata pencahayaannya di dalam bilik yang berlainan perkadaran	34
Jadual 2 : Nisbah maksimum pencahayaannya bagi kawasan berdekatan	40
Jadual 3 : Langkah pembaikan	41

SENARAI RAJAH

Rajah 1a : Silau langsung	11
Rajah 1b : Silau terpantul	11
Rajah 2 : Pantulan layah	14
Rajah 3 : Postur janggal akibat pencahayaan yang tidak mencukupi	15
Rajah 4 : Tisu dan struktur kornea manusia	18
Rajah 5 : Tungsten	19
Rajah 6 : Pendarflour	19
Rajah 7 : LED	19
Rajah 8 : Lekapan siling	21
Rajah 9 : Lekapan dinding	21
Rajah 10 : Lekapan tiang	21
Rajah 11 : Suis	22
Rajah 12 : Pemalap	22
Rajah 13 : Pemasa	22
Rajah 14 : Pengesan	22
Rajah 15 : Pencahayaan umum	24
Rajah 16 : Pencahayaan setempat	24
Rajah 17 : Pencahayaan tempatan	25
Rajah 18 : Carta alir penaksiran pencahayaan	30
Rajah 19 : Ilustrasi luks dan kaki lilin	32
Rajah 20 : Pengukuran pencahayaan di tengah-tengah segi empat sama yang dibahagi sama	35
Rajah 21 : Empat kawasan yang dibahagi sama di kawasan tugas utama	36
Rajah 22 : Sensor cahaya meter luks hendaklah diletakkan pada satah kerja	37
Rajah 23 : Sensor cahaya meter luks hendaklah diletakkan menegak jika objek perlu dibaca secara menegak	37
Rajah 24 : Titik pengukuran (x) bagi stesen kerja komputer	38
Rajah 25 : Pencahayaan langsung	42
Rajah 26 : Pencahayaan tak langsung	42
Rajah 27 : Mengurangkan silau	45
Rajah 28 : Pencahayaan keluar kecemasan	48
Rajah 29 : Pencahayaan kecemasan dinding sekat	48
Rajah 30 : Lokasi khusus sistem lampu yang perlu disediakan	50



1.0 PENGENALAN

Pencahayaan yang baik menyumbang pada keselamatan dan kesihatan di tempat kerja dengan membolehkan pekerja menjalankan kerja dengan selesa dan cekap. Lebih cepat dan lebih mudah sesuatu bahaya dilihat, lebih mudah ia dielakkan. Oleh itu, jenis bahaya yang ada di tempat kerja dapat menentukan keperluan pencahayaan untuk operasi yang selamat.

Cahaya yang mencukupi perlu ada di tempat kerja untuk memastikan keselamatan dan kesihatan setiap pekerja. Pencahayaan di tempat kerja hendaklah membolehkan pekerja melihat dengan selesa perkara yang mereka perlukan untuk melakukan tugas mereka. Pencahayaan yang baik juga mewujudkan suasana yang menyenangkan dan memberikan rasa kesejahteraan kepada pekerja. Ini dapat meningkatkan produktiviti dan kecekapan mereka.

Pencahayaan yang kurang baik menyukarkan pekerja untuk melihat dan boleh menyebabkan ketidakselesaan dan keletihan visual. Ia boleh menjejaskan kesihatan orang di tempat kerja dan menyebabkan gejala seperti keletihan mata, migrain dan sakit kepala. Selain itu, pencahayaan yang kurang baik di tempat kerja boleh menyebabkan kos yang ketara pada perniagaan dalam bentuk cuti akibat kemalangan dan kecederaan, peningkatan ketidakhadiran dan juga mengurangkan kecekapan dan produktiviti kakitangan.

Garis panduan ini khusus tentang pencahayaan di tempat kerja dan kesannya kepada keselamatan, kesihatan dan kebajikan di tempat kerja.

1.1 Tujuan

Tujuan garis panduan ini adalah bagi menyediakan panduan bagaimana:

- i) Untuk mengenalpasti potensi bahaya yang timbul daripada aktiviti bekerja dalam keadaan pencahayaan semasa;
- ii) Untuk menilai risiko; dan
- iii) Untuk menentukan langkah pembaikan yang diperlukan bagi melindungi pekerja.

1.2 Skop dan Pemakaian

Garis panduan ini merangkumi isu-isu yang berkaitan dengan pencahayaan dalaman di tempat kerja di bawah skop Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994 [Akta 514]. Ia boleh digunakan oleh mana-mana majikan, pekerja, pengamal keselamatan dan kesihatan serta orang yang mereka bentuk, memasang dan menyelenggara pemasangan pencahayaan. Garis panduan ini terpakai terutamanya untuk pencahayaan buatan tetapi syor yang berkaitan dengan penggunaan pencahayaan semula jadi juga dimasukkan.



2.0 KEHENDAK UNDANG-UNDANG

Garis panduan ini menyediakan panduan dan nasihat praktikal tentang cara untuk mematuhi peruntukan Akta ini:

2.1 Akta Kilang dan Jentera (AKJ) 1967

Seksyen 22 (1) (e) Akta Kilang dan Jentera, 1967 menetapkan peruntukan yang berkesan hendaklah dibuat bagi mendapatkan dan mengekalkan pencahayaan yang mencukupi dan sesuai, sama ada semula jadi atau buatan, di setiap bahagian kilang di tempat orang bekerja atau lalu.

2.2 Peraturan-Peraturan Kilang dan Jentera (Keselamatan, Kesihatan dan Kebajikan), 1970

Peraturan 29 bagi Peraturan Kilang dan Jentera (Keselamatan, Kesihatan dan Kebajikan), 1970 menetapkan tanggungjawab penghuni berkaitan keperluan pencahayaan. Tanggungjawab tersebut termasuklah:

- i) Menentukan keamatan pencahayaan yang diperlukan;
- ii) Langkah yang mencukupi untuk mencegah pembentukan bayang-bayang;
dan
- iii) Peruntukan pencahayaan kecemasan.

2.3 Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (AKKP) 1994

Di bawah Seksyen 15 Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994, tugas dan tanggungjawab majikan dan orang yang bekerja sendiri dinyatakan dengan jelas.

Tanggungjawab tersebut termasuklah:

- i) Memperuntukkan dan menyelenggara loji dan sistem kerja untuk memastikan keselamatan dan tanpa risiko pada kesihatan;
- ii) Membuat persediaan untuk memastikan keselamatan dan tiada risiko kepada kesihatan yang berkait dengan penggunaan atau operasi, pengendalian, penyimpanan dan pengangkutan loji dan bahan;
- iii) Mengadakan maklumat, arahan dan latihan yang diperlukan serta penyeliaan pekerja untuk membolehkan mereka menjalankan kerja dengan selamat;
- iv) Mengadakan dan menyelenggara persekitaran kerja yang selamat dan tanpa risiko kepada kesihatan serta kemudahan kebajikan yang mencukupi; dan
- v) Menyediakan persekitaran visual yang baik selaras dengan keperluan ini.



3.0 DEFINISI

3.1 Fluks Berluminositi

Fluks berluminositi adalah kuantiti tenaga cahaya yang dipancarkan sesaat dalam semua arah. Unit bagi fluks berluminositi adalah lumen (lm). Satu lumen adalah fluks berluminositi daripada titik seragam sumber cahaya yang mempunyai keamatan cahaya 1 kandela dan terkandung dalam satu unit pada sudut ruang (atau 1 steradian). Steradian adalah sudut ruang yang mengehadkan satu kawasan permukaan sfera bersamaan dengan jejari kuasa dua (j^2).

3.2 Keamatan Berluminositi

Keamatan berluminositi adalah keupayaan untuk memancarkan cahaya ke arah yang ditentukan, atau ia adalah fluks berluminositi yang dipancarkan oleh sumber cahaya dalam arah yang ditentukan dalam unit sudut ruang. Jika titik sumber cahaya memancarkan Φ lumen ke dalam sudut ruang yang kecil β , keamatan cahaya adalah $I = \Phi / \beta$. Unit keamatan berluminositi adalah kandela. Terdapat satu standard/piawai yang memperincikan definisi kandela. Ini termasuk punca cahaya standard dan keadaan fizikal pengukuran.

3.3 Kecahaya

Kecahaya adalah pengukuran jumlah cahaya yang jatuh ke atas (pencahayaan) dan tersebar di atas kawasan permukaan yang ditentukan. Kecahaya juga berkait dengan cara manusia melihat kecerahan kawasan yang dicahayakan. Unit SI untuk pencahayaan adalah luks (lx) dan unit bukan SI adalah kaki lilin. Istilah “kaki lilin” bermaksud “pencahayaan pada permukaan oleh sumber kandela sejauh satu kaki”. Satu kaki lilin bersamaan dengan satu lumen bagi satu kaki persegi iaitu anggaran 10 luks.

3.4 Sistem Lampu

Radas (tetap atau mudah alih) yang mengagih, menapis atau mengubah cahaya yang diberikan oleh lampu atau lampu-lampu dan yang merangkumi semua barang yang diperlukan untuk menetapkan dan melindungi lampu-lampu ini serta untuk menyambungkannya ke litar bekalan.

3.5 Pencahayaan Umum

Pencahayaan yang direka bentuk untuk menerangi kawasan tanpa peruntukan khusus untuk keperluan setempat dalam kawasan tersebut. Biasanya ini disediakan menggunakan sistem lampu yang menghasilkan cahaya yang seragam di seluruh bahagian dalaman.

3.6 Pencahayaan Tempatan

Pencahayaan yang direka bentuk untuk menerangi satu kawasan kecil tertentu yang biasanya berada tidak jauh dari luar tugas visual (cth. lampu meja).

3.7 Satah Kerja

Satah mendatar, menegak atau condong tempat terletak tugas visual, kecuali dinyatakan sebaliknya, satah tersebut dianggap mendatar dan berada 0.85 meter di atas permukaan lantai.

3.8 Kepantulan

Nisbah fluks berluminesiti yang dipantulkan dari permukaan kepada fluks berluminesiti tuju. Ia biasanya dinyatakan sebagai peratusan.



3.9 Silau

Ketidakselesaian atau kemerosotan penglihatan yang dialami apabila bahagian-bahagian medan visual dalam keadaan cerah berlebihan berbanding dengan persekitaran keseluruhan.

4.0 PENCAHAYAAN UNTUK MEMASTIKAN KESELAMATAN DAN KESIHATAN

Pencahayaan yang baik sama ada semula jadi atau buatan memainkan peranan penting dalam meningkatkan keselamatan dan kesihatan di tempat kerja. Ia membantu pekerja melihat bahaya dan ia dapat mengurangkan kemungkinan kelesuan dan ketidakselesaan visual.

Untuk memastikan tempat kerja mempunyai pencahayaan yang baik, sistem pencahayaan hendaklah direka bentuk dan dipasang dengan betul untuk menyediakan persekitaran kerja visual yang selamat dan selesa. Sebagai contoh, keperluan pencahayaan yang disyorkan untuk pejabat dalam julat antara 200 luks hingga 750 luks bergantung kepada jenis tugas. Untuk bilik dan aktiviti lain, keperluan pencahayaan adalah disyorkan dalam **Lampiran 1**.

Manfaat pencahayaan yang baik adalah:

- i) Ia membolehkan pekerja melihat dengan selesa perkara yang mereka lakukan tanpa menegangkan mata atau badan mereka;
- ii) Ia menjadikan kerja lebih mudah dan lebih produktif;
- iii) Ia mengarahkan perhatian kepada operasi dan kelengkapan berbahaya; dan
- iv) Ia membantu menghindarkan kesilapan dan kemalangan yang teruk.

4.1 Aspek Keselamatan Pencahayaan

Secara umumnya, tingkah laku keselamatan dipengaruhi secara tepat menerusi pengenalpastian dan penilaian yang cepat dan betul terhadap bahaya di tempat kerja. Semakin cepat dan mudah bahaya dapat dilihat atau dikenal pasti, semakin mudah ia dapat dielakkan. Sifat bahaya yang ada di tempat kerja itu menentukan pencahayaan yang diperlukan untuk keselamatan.



Dalam semua kawasan kerja dan yang boleh diakses, seseorang mesti dapat melihat untuk bergerak tanpa tersandung, jatuh atau berjalan menuju halangan. Tambahan pula, sesetengah pekerjaan mungkin memerlukan kemampuan untuk melihat butiran halus. Sebagai contoh, pengendali mesin mungkin perlu melihat objek kerja dari jarak yang agak jauh atau untuk membaca tolok dan paparannya dengan tepat.

Oleh itu, tahap dan jenis pencahayaan yang diperlukan untuk keselamatan di kawasan kerja bergantung pada:

- i) Jenis kerja yang sedang dilakukan atau secara berkesan dapat menunjukkan tugas;
- ii) Bahaya yang berkaitan dengannya; dan
- iii) Persekitaran kerja yang selamat dan selesa secara visual.

4.1.1 Kecahaya dan Satah

Jumlah cahaya atas permukaan memberi kesan terhadap kemampuan kita untuk melihat. Semakin halus butiran, semakin tinggi pencahayaan yang diperlukan. Pencahayaan di kawasan bersebelahan juga sama pentingnya. Tidak mencukupi hanya menerangi sesuatu kawasan jika kawasan bersebelahan yang terdapat pergerakan tidak diterangi dengan mencukupi. Keadaan ini sering berlaku di tapak pembinaan dan di kawasan penyimpanan.

Satu aspek pencahayaan seterusnya dan sering diabaikan adalah satah tempat pencahayaan disediakan. Dalam kebanyakan keadaan yang mempunyai halangan sedikit dan kepantulan permukaan tinggi, pencahayaan hendaklah disediakan terutamanya pada satah mendatar, misalnya di pejabat dan kilang elektronik yang kerja dilakukan dalam skala kecil. Walau bagaimanapun, sekiranya tugas-tugas penting berlaku pada satah menegak seperti di gudang atau di tempat yang terdapat halangan besar untuk pencahayaan, kecahayaan hendaklah disediakan pada satah lain seperti yang diperlukan.

4.1.2 Kesan Silau

Silau adalah kontras dalam kecerahan antara objek yang berlainan dalam medan penglihatan seseorang. Ia berlaku apabila satu bahagian medan visual lebih cerah berbanding kecerahan purata yang sistem visualnya telah disesuaikan.

Terdapat dua jenis silau yang utama: langsung dan terpantul (atau tak langsung)

- i) Silau langsung adalah disebabkan oleh kawasan terang seperti sistem lampu siling dan tingkap yang berada tepat dalam medan pandangan. Rujuk **Rajah 1a**.
- ii) Silau terpantul disebabkan oleh cahaya yang memantul di permukaan yang berdekatan ke mata pekerja. Permukaan berwarna gelap atau berkilat seperti permukaan meja, permukaan meja kaca dan monitor komputer khususnya bermasalah kerana permukaan ini meningkatkan silau. Silau terpantul menyebabkan pekerja mengalami kelesuan visual yang teruk kerana ia lebih dekat dengan garis penglihatan berbanding silau langsung. Rujuk **Rajah 1b**.

Kedua-dua jenis silau mungkin disebabkan oleh punca yang sama.

Untuk memeriksa silau, letakkan cermin pada permukaan kerja. Sebarang cahaya terang yang terpantul dalam cermin adalah punca silau.

Jika ada gangguan langsung terhadap penglihatan, keadaan ini dikenali sebagai keterbatasan silau. Ia berkaitan dengan keselamatan kerana mempengaruhi kepekaan sistem visual.

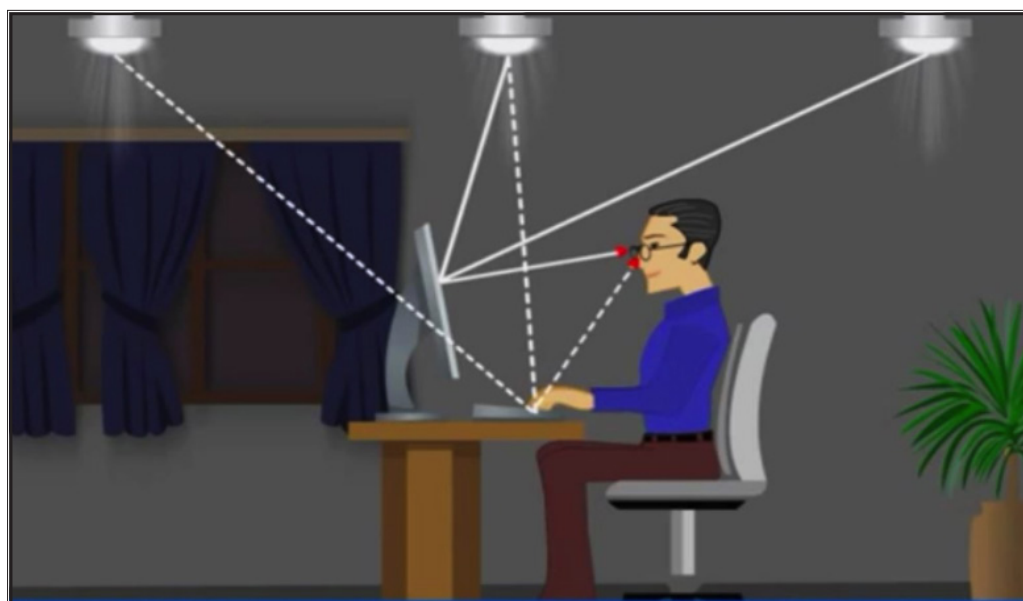
Memandu pada waktu malam dengan lampu puncak memancar penuh ke arah kereta adalah contoh biasa bagaimana silau mengurangkan keterlihatan objek di sisi dan melampaui kereta yang datang menghampiri.

Punca keterbatasan silau yang paling biasa di tempat kerja adalah lampu puncak kenderaan, kemasan lampu dan tingkap lutsinar atau tingkap magun. Ia hanya berlaku apabila seseorang cuba melihat sesuatu yang hampir dengan punca cahaya.

Jika penglihatan tidak terjejas secara langsung tetapi berlaku ketidakselesaan, kegusaran, kerengsaan atau gangguan, keadaan ini dipanggil ketidakselesaan silau dan ia berkaitan dengan gejala kelesuan visual.



Rajah 1a: Silau langsung



Rajah 1b: Silau terpantul

4.1.3 Kesan Warna

Permukaan yang diterangi oleh punca cahaya buatan yang berbeza atau cahaya siang di bawah perubahan keadaan langit, mungkin kelihatan berlainan warna. Jika pertimbangan warna diperlukan (contohnya untuk kerja-kerja elektrik), ia boleh menjejaskan keselamatan tetapi bagi kebanyakan punca cahaya, perubahan penampakan warna tidak cukup untuk menimbulkan masalah. Di bawah punca cahaya monokromatik seperti lampu nyahcas natrium bertekanan rendah, warna tidak boleh dikenal pasti dan bahaya mungkin tidak disedari. Pada kecahayaan yang sangat rendah, penglihatan warna tidak dapat dikesan dan semua warna kelihatan berwarna kelabu. Kecahayaan yang disyorkan dalam **Lampiran 1** adalah mencukupi untuk memastikan tahap ini dapat dielak, dan warna bahaya atau warna penyelenggaraan bangunan dapat dikenal pasti dengan mudah.

4.1.4 Kesan Stroboskopik

Semua lampu yang beroperasi daripada bekalan elektrik ulang-alik boleh menghasilkan ayunan dalam output cahaya. Apabila magnitud ayunan ini besar dan kekerapannya berbilang atau subberbilang kekerapan pergerakan jentera, maka jentera itu akan kelihatan pegun atau bergerak dengan cara yang berbeza. Ini dipanggil kesan stroboskopik. Ia bukan sesuatu yang lazim dengan sistem pencahayaan moden tetapi jika ia berlaku ia boleh menjadi berbahaya, jadi tindakan yang sesuai hendaklah diambil untuk mengelakkannya.



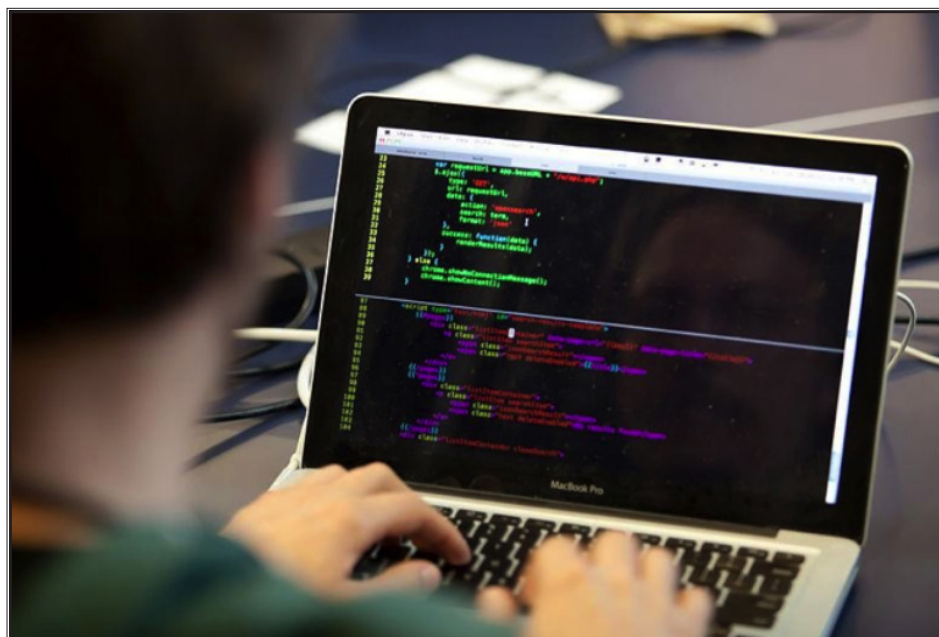
4.1.5 Kerlipan

Kerlipan cahaya merujuk kepada perubahan yang cepat dan berulang dalam keamatan cahaya - cahaya yang kelihatan bergetar dan tidak stabil. Ia disebabkan apabila voltan yang dibekalkan kepada sumber cahaya berubah atau apabila voltan talian kuasa itu sendiri berubah-ubah. Keterukan kerlipan bergantung kepada beberapa faktor seperti:

- i) Berapa kerap dan berulang turun naik voltan;
- ii) Berapa banyak perubahan voltan yang berlaku;
- iii) Jenis cahaya (sistem pencahayaan berpijar, pendarfluor atau nyahcas keamatan tinggi (HID));
- iv) Faktor gandaan lampu [faktor gandaan adalah ukuran kadar perubahan keamatan cahaya apabila voltan turun naik - (% perubahan relatif dalam tahap cahaya) dibahagikan dengan (% turun naik relatif dalam voltan)];
atau
- v) Jumlah cahaya di kawasan yang diterangi (tahap cahaya ambien).

4.1.6 Pantulan Layah

Pantulan layah mungkin tajam atau tidak jelas garis luarnya tetapi tanpa mengira bentuk, keadaan ini boleh mempengaruhi prestasi tugas dan menyebabkan ketidakselesaian. Pantulan layah adalah pantulan luminans tinggi yang bertindan dengan perincian kerja. Rujuk **Rajah 2**.



Rajah 2: Pantulan layah

4.2 Aspek Kesihatan Pencahayaan

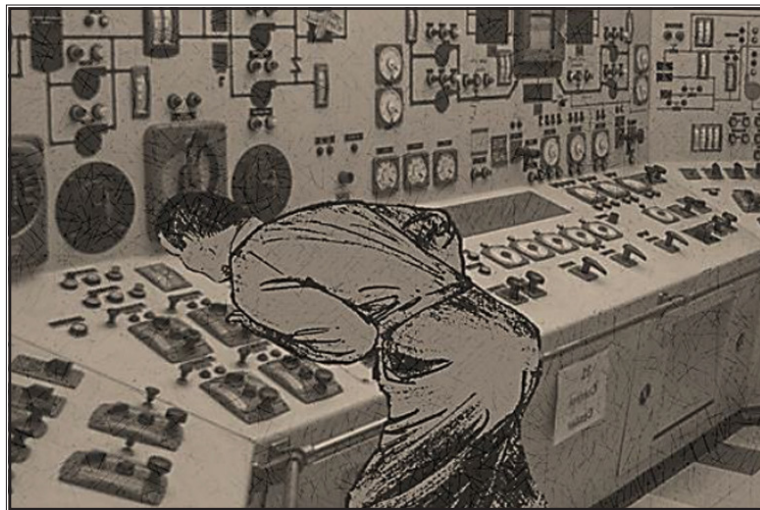
Pencahayaan kurang baik yang mengakibatkan sistem visual bekerja lebih keras boleh menyebabkan kelesuan visual atau keletihan mata kerana mata sihat yang normal tidak boleh tegang akibat terlebih guna. Dalam kuantiti yang mencukupi, cahaya boleh juga menyebabkan kerosakan tisu atau kerosakan penglihatan tertentu.

4.2.1 Kelesuan Visual

Kelesuan visual terdiri daripada semua gejala yang timbul selepas tekanan berlebihan pada mana-mana fungsi mata. Gejala kelesuan visual berbeza-beza mengikut keadaan pencahayaan dan tugas yang sedang dijalankan. Gejala tersebut mungkin berlaku apabila sistem visual terpaksa bertindak pada had kemampuannya bagi sesuatu jangka masa tertentu. Pencahayaan yang kurang baik bukan satu-satunya penyebab; kekurangan sistem visual seseorang juga boleh menimbulkan masalah.

Antara gejalanya adalah:

- i) Kerengsaan yang menyakitkan (panas) disertai dengan lakrimasi, mata kemerahan dan konjunktivitis;
- ii) Rosak penglihatan misalnya penglihatan kabur atau penglihatan berganda;
- iii) Kuasa penyesuaian dan penumpuan menurun;
- iv) Ketajaman visual, kepekaan terhadap kontras dan kelajuan persepsi menurun; dan
- v) Gejala yang dirujuk misalnya sakit kepala, kelesuan dan pening.



Rajah 3: Postur janggal akibat pencahayaan yang tidak mencukupi

Pencahayaan yang kurang baik juga boleh menyebabkan kesan tak langsung lain iaitu tindak balas semula jadi terhadap pencahayaan yang tidak mencukupi atau pantulan layah. Misalnya, dengan mendekatkan kepada kerja atau untuk melihatnya dari arah yang berbeza bermakna mengamalkan postur janggal yang menyebabkan bentuk ketegangan lain seperti sakit belakang. Rujuk **Rajah 3**.

4.2.2 Kerosakan Tisu

Sumber cahaya menghasilkan sinaran optik dalam spektrum inframerah (IR), tampak dan ultra ungu (UV). Jumlah sinaran yang dipancarkan dalam setiap satunya bergantung kepada sifat sumbernya. Dalam jumlah yang mencukupi, setiap jenis boleh merosakkan tisu manusia. Terdapat dua cara utama hal ini boleh berlaku;

- i) Sinaran menyebabkan tindak balas kimia dalam tisu (fotokimia); dan
- ii) Sinaran memanaskan atau melecurkan tisu yang terdedah (terma).

4.2.2.1 Sinaran Inframerah (IRR)

Sinaran tampak dan hampir inframerah (IR) yang berjulat antara IR-A: 700-1400 nanometer dipancarkan melalui mata dan menumpu kepada retina. Sekiranya suhu retina meningkat, kecederaan terma atau melecur boleh berlaku. Walaupun tidak ada kenaikan suhu yang ketara, kecederaan fotokimia boleh disebabkan oleh jarak gelombang yang lebih pendek yang mengarah ke hujung biru spektrum. Pendedahan berlebihan yang teruk boleh menyebabkan kecacatan kekal seperti katarak dan skotoma tetapi kerana sumber cahaya yang mampu menyebabkan kerosakan kekal adalah tidak selesa terangnya dan kecenderungan semula jadi untuk menjauhkan diri daripadanya biasanya memberikan perlindungan daripada pendedahan yang tidak disengajakan. Sesiapa yang terdedah kepada punca cahaya terang misalnya, peniup kaca dan orang yang bekerja menggunakan relau hendaklah tidak cuba mengabaikan tindak balas semula jadi ini. Jika seseorang perlu memandang sumber yang tidak selesa terangnya, mereka harus memakai pelindung mata dengan penapis atau pelindung yang sesuai untuk mengurangkan keamatan luminans.



Jarak gelombang sinaran IR yang lebih panjang tidak terpancar melalui mata tetapi diserap oleh kornea, humor dan kanta. Apabila kanta menyerap sinaran tersebut, kecederaan terma boleh berlaku yang ditunjukkan sebagai kelegapan dan katarak misalnya, katarak di kalangan pekerja pembuat kaca.

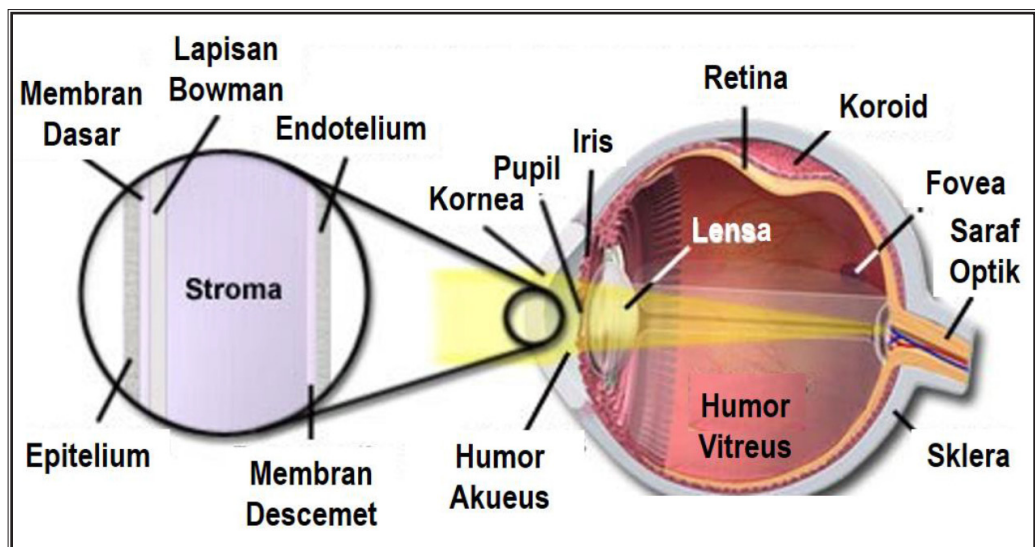
Pendedahan kulit kepada jarak gelombang sinaran IR yang lebih panjang meningkatkan suhunya, dan boleh menyebabkan tegasan haba dan kadang-kadang, lecuran setempat. Ketidake-selesaian sepatutnya memberikan amaran yang mencukupi.

4.2.2.2 Sinaran Ultra Ungu (UVR)

Kesan sinaran UV yang utama adalah fotokimia. Apabila jarak gelombang UVR yang lebih pendek diserap oleh mata, konjunktiva dan kornea mungkin menjadi radang yang menyakitkan. Contoh yang lazim adalah 'mata arkus' dan 'buta salji'. Kecuali pendedahan terlalu berlebihan, keadaan ini adalah sementara dan sembuh dalam masa dua hari. Jarak gelombang UVR yang lebih panjang diserap terutamanya oleh kanta mata dan diandaikan menyumbang kepada perkembangan katarak.

Sekiranya terkena pada kulit, UVR menyebabkan kemerahan (eritema). Apabila ini berlaku secara beransur-ansur dalam tempoh beberapa hari, ia boleh menyebabkan keperangan kulit tetapi jarak gelombang UVR yang terlalu berlebihan boleh menyebabkan gejala yang berkaitan dengan selaran matahari. Pendedahan yang berpanjangan kepada paras UVR gelombang pendek yang tinggi yang terdapat dalam cahaya matahari terik dikaitkan dengan peningkatan risiko kanser kulit.

Rajah 4 menunjukkan struktur normal mata manusia.



Rajah 4: Tisu dan struktur kornea manusia

5.0 KELENGKAPAN PENCAHAYAAN

Kelengkapan pencahayaan hendaklah terdiri daripada lampu, kemasan pencahayaan dan sistem kawalan pemasangan pencahayaan.

5.1 Lampu

Pelbagai jenis lampu tersedia secara komersil. Contoh jenis lampu adalah pijar (tungsten), pendarfluor, LED (diod pemancar cahaya) dan lain-lain. Contoh jenis lampu adalah seperti berikut:



Rajah 5: Tungsten



Rajah 6: Pendarfluor



Rajah 7: LED

Jenis lampu yang berbeza menghasilkan cahaya dengan cara yang berbeza dan dengan itu mempunyai sifat yang berbeza. Ciri-ciri lampu yang digunakan secara meluas untuk pencahayaan di tempat kerja diringkaskan seperti berikut dan maklumat terperinci yang lebih lanjut boleh diperoleh daripada pengeluar lampu.

5.1.1 Huruf Awalan Lampu

Ini boleh didapati tertanda pada lampu atau pada pembungkusannya dan di negara kita ia diguna secara meluas sebagai cara pengenalan. Huruf tambahan mungkin diletak di hujung awalan mengikut pembinaan lampu tertentu, contohnya. "F" untuk salutan pendarfluor.

5.1.2 Pembinaan dan Rupa Bentuk

Untuk menerangkan kaedah pengeluaran cahaya dan rupa fizikal lampu, misalnya untuk tungsten, filamen tungsten dipanaskan hingga pijar dalam balang kaca.

5.1.3 Keberkesanan Berluminositi

Ini adalah ukuran kecekapan lampu menukarkan kuasa elektrik (diukur dalam watt) kepada cahaya (diukur dalam lumen). Semakin tinggi nilai keberkesanan berluminositi, semakin cekap lampu tersebut. Julat nilai diberi kepada setiap jenis lampu kerana keberkesanan berluminositi berbeza-beza mengikut kuasa. Nilai ini tidak termasuk tenaga yang digunakan oleh mana-mana alat kawalan yang mungkin diperlukan. Sebagai contoh, keberkesanan berluminositi untuk tiub pendarfluor ialah 37 - 90 lm / W.

5.1.4 Hayat

Suatu lampu boleh dianggap telah sampai ke penghujung hayatnya bukan sahaja apabila ia tidak menyala tetapi juga apabila ia berkerlip dengan ketara atau apabila kecekapannya telah jatuh ke tahap yang tidak menjimatkan. Satu julat telah diberikan kepada setiap jenis lampu kerana hayat bergantung kepada penarafan lampu, kitaran pensuisan dan keadaan pengendalian yang lain. Sebagai contoh, halogen tungsten mempunyai hayat 2000 - 4000 jam.

5.1.5 Warna Ketara

Warna ketara cahaya dipancarkan oleh setiap jenis lampu, misalnya untuk tungsten, warna ketaranya adalah cahaya putih hangat.

5.1.6 Penerapan Warna

Tahap sesuatu jenis lampu yang akan memberi warna permukaan kelihatan sama seperti di bawah sumber cahaya rujukan, biasanya cahaya siang. Penerapan warna yang sangat bagus tidak menunjukkan gangguan warna permukaan. Ukurannya dipanggil indeks penerapan warna (CRI). CRI yang rendah menunjukkan objek kelihatan tidak semula jadi di bawah sumber cahaya, manakala cahaya yang mempunyai CRI tinggi akan membolehkan warna objek kelihatan lebih semula jadi.

5.1.7 Waktu Persiapan

Sumber cahaya yang kecil, misalnya daripada lampu tungsten, tungsten halogen dan tiub pendarflour mengeluarkan cahaya serta-merta apabila dihidupkan. Semua jenis lampu lain memerlukan masa beberapa minit untuk sampai kepada output cahaya penuh, ini mungkin penting andainya pemasangan perlu digunakan pada masa yang tidak dijangka.

5.2 Kemasan Lampu

Semua kemasan lampu mesti menyokong dan melindungi lampu, menyediakan sambungan elektrik dan selamat semasa pemasangan dan operasi. Menggunakan kemasan yang salah dalam keadaan sedemikian boleh membahayakan, dan lampu mungkin rosak dengan cepat kecuali jika sering diselenggara. Berikut adalah contoh-contoh untuk jenis kemasan lampu.



Rajah 8: Lekapan siling



Rajah 9: Lekapan dinding



Rajah 10: Lekapan tiang

Rujuk **Bab 6.0** untuk perincian tentang pemasangan kemasan lampu.

5.3 Sistem Kawalan

Sistem kawalan boleh jadi apa sahaja daripada suis mekanikal mudah hingga sistem kawalan automatik canggih yang mampu memberi respon kepada jumlah cahaya siang yang ada atau sama ada suatu ruang dihuni atau sebaliknya.

Berikut adalah contoh bagi jenis sistem kawalan.



Rajah 11: Suis



Rajah 12: Pemalap



Rajah 13: Pemasa



Rajah 14: Pengan

Suis mekanikal hendaklah tidak boleh diletakkan dalam keadaan yang seseorang terpaksa melepasi jentera atau merentasi kawasan gelap untuk mengendalikannya. Pertimbangan yang sama terpakai untuk sistem kawalan automatik. Sekiranya sistem kawalan gagal, kawasan yang dihuni mungkin berada dalam kegelapan, jadi sekurang-kurangnya sebahagian daripada pemasangan lampu hendaklah diasingkan daripada sistem kawalan automatik dan semua sistem kawalan sedemikian hendaklah menggabungkan pembatalan secara manual. Pertimbangan selanjutnya ialah takat bentuk kawalan yang pengguna perlu ada secara individu ke atas tahap cahaya dan kemungkinan punca silau.



6.0 PEMASANGAN PENCAHAYAAN

Apabila menilai pemasangan pencahayaan yang sedia ada atau mereka bentuk yang baru, penting untuk menetapkan:

- i) Tujuan pemasangan - misalnya, untuk menerangi kerja yang memerlukan persepsi terperinci, untuk menerangi kawasan pergerakan seperti di kaki lima;
- ii) Keadaan yang ia akan beroperasi - misalnya, mengkakis, letupan; dan
- iii) Apa-apa kekangan yang dikenakan oleh tempat kerja atau tugas yang akan dilaksanakan - misalnya, loji besar yang mungkin menghalang pengagihan cahaya dan menyekat kemasan lekapan.

6.1 Pencahayaan Dalaman

Reka bentuk pemasangan lampu dalaman akan bergantung pada hubungan antara penggunaan cahaya siang dan pencahayaan buatan. Terdapat tiga kemungkinan langkah tindakan:

- i) Bergantung pada cahaya siang semasa waktu siang dan menggunakan lampu buatan hanya pada masa kegelapan;
- ii) Menggunakan cahaya siang yang ada dengan tambahan oleh pencahayaan buatan; atau
- iii) Mengabaikan cahaya siang dan bergantung sepenuhnya pada pencahayaan buatan.

Terdapat tiga jenis/kelas umum pencahayaan dalaman yang digunakan di tempat kerja;

- i) Pencahayaan umum - yang memberikan pencahayaan seragam ke seluruh kawasan kerja dan tidak menghadkan kedudukan kerja;



Rajah 15: Pencahayaan umum

- ii) Pencahayaan setempat - menyediakan pencahayaan pelbagai tahap di bahagian yang berbeza di kawasan kerja yang sama dan ia sepadan dengan tahap pencahayaan di lokasi kerja;



Rajah 16: Pencahayaan setempat

- iii) Pencahayaan tempatan - biasanya gabungan pencahayaan latar belakang dan kemasan lampu yang hampir dengan kawasan kerja sebenar. Ia digunakan;
- a) Apabila tahap pencahayaan tinggi diperlukan di kawasan yang kecil;
 - b) Apabila pencahayaan berarah mudah lentur diperlukan; dan
 - c) Apabila pencahayaan umum tidak diperlukan atau tidak mungkin dapat dipasang kerana susun atur kawasan kerja.



Rajah 17: Pencahayaan tempatan

Jenis yang hendak dipilih bergantung pada penilaian kerana tiada satupun pendekatan yang terbaik. Walau bagaimanapun, lampu dan kemasan lampu hendaklah sentiasa dipilih sebagai satu pakej kerana setiap kemasan direka bentuk bagi julat lampu yang terhad. Jika lampu dipasang dalam kemasan yang salah, kawalan silau mungkin lemah dan hayat serta kecekapan operasi lampu mungkin menurun. Apabila mengganti lampu dalam kemasan sedia ada, perlu waspada bagi memastikan lampu dan sistem kawalannya secara elektrik dan fizikal bersesuaian. Jika tidak, lampu akan rosak atau lampu, kemasan lampu atau alatan kawalan menjadi terlalu panas dan menimbulkan risiko kebakaran.

Apabila susunan biasa kemasan digunakan, jarak antara kemasan perlu diper-timbangkan. Pengilang memaparkan nisbah jarak maksimum kepada ketinggian lekapan untuk setiap kemasan. Jika jarak ini terlebih, akan berlaku variasi melampau pada pencahayaan di satah kerja.

Apabila susunan biasa kemasan digunakan, jarak antara kemasan perlu dipertimbangkan. Pengilang memaparkan nisbah jarak maksimum kepada ketinggian lekapan untuk setiap kemasan. Jika jarak ini terlebih, akan berlaku variasi melampau pada pencahayaan di satah kerja.

Apabila pencahayaan pada satah menegak penting, mungkin berguna untuk merapatkan jarak kemasan berbanding mengikut nisbah jarak maksimum kepada ketinggian lekapan yang dibolehkan. Ini dapat menjadikan pencahayaan pada permukaan menegak lebih seragam, tetapi perlu diingat keadaan ini tidak terpakai jika terdapat halangan susunan tetap, misalnya, jarak halangan di stor kerja.

Jika kemasan linear dengan lampu tiub pendarflour digunakan, orientasi kemasan dan jarak hendaklah dipertimbangkan. Kemasan sedemikian kurang silau jika dilihat daripada hujung ke hujung berbanding daripada sisi. Oleh itu, susunan kemasan biasa perlu diorientasikan supaya arah penglihatannya adalah daripada hujung ke hujung dengan dimensi paling panjang. Koridor adalah suatu contoh yang tepat. Secara umumnya menjajarkan kemasan lampu secara linear sepanjang koridor lebih baik berbanding secara melintang.

Untuk pemasangan menggunakan pencahayaan tempatan, kedudukan kemasan penting kerana ia akan menentukan pencahayaan ke atas tugas dan tahap silau. Kemasan boleh laras khususnya, memerlukan pertimbangan yang besar kerana pencahayaan tanpa silau bagi seseorang mungkin dianggap sangat silau bagi yang lain. Kedudukan juga memberi kesan kepada kemungkinan pantulan layah.

Pemilihan warna di dalam bilik penting kerana permukaan gelap memantulkan cahaya yang sangat sedikit. Cahaya yang terpantul ke dinding, siling dan permukaan lain teragih lebih seragam berbanding pencahayaan terus, memalapkan bayang-bayang yang diwujudkan oleh pemasangan, mengurangkan kesan daripada sebarang pantulan layah dan mengurangkan tahap silau, jadi pantulan yang tinggi diperlukan untuk permukaan bahagian dalam dan untuk jentera besar.



6.2 Pencerayaan Luar

Jenis pemasangan pencerayaan luar yang dipilih bergantung pada:

- i) Saiz kawasan yang hendak diliputi; dan
- ii) Tujuan ia digunakan (misalnya, untuk kerja, keselamatan atau untuk akses)

Secara umum, semua pemasangan luaran hendaklah:

- i) Mencapai pencerayaan seragam yang munasabah di semua kawasan kerja yang berkaitan. Pencerayaan yang disediakan hendaklah selaras dengan yang disyorkan dalam **Lampiran 1** (Pencerayaan yang disyorkan).
- ii) Elakkan silau kepada pengguna kawasan tersebut dan penghuni kawasan berdekatan. Silau ditentukan oleh pengagihan cahaya kemasan, tinggi lekapan dan untuk lampu limpah, arah yang ditujukan. Untuk kawasan masuk, mungkin boleh menggunakan lekapan dinding, lekapan tiang atau lekapan jenis tonggak. Sekali lagi, jarak dan agihan pencerayaan menentukan keseragaman pencerayaan, jarak yang besar dan agihan pencerayaan sempit menyebabkan beberapa variasi pencerayaan. Kemasan hendaklah dipilih dan diletakkan secara berhati-hati untuk mengelakkan daripada silau bagi mereka yang masuk atau keluar bangunan.

Banyak tempat kerja di luar (terutamanya tapak pembinaan) mempunyai pemasangan lampu sementara, dan pencerayaan mudah alih termasuk penggunaan lampu tangan sering digunakan. Tujuan pencerayaan di sini sepatutnya sama dengan pemasangan kekal walaupun sifat semmentaranya memberi implikasi pemilihan kelengkapan, cara kemasan dan sumber elektrik.

6.3 Penyelenggaraan Pencahayaan

Pemasangan pencahayaan hendaklah direka bentuk dengan memberi pertimbangan terhadap cara penyelenggaraannya. Kekerapan penyelenggaraan yang perlu dilakukan bergantung kepada kelengkapan yang digunakan dan persekitaran ia perlu beroperasi. Penting untuk memilih kemasan lampu yang dapat menahan persekitaran kotor dan mengkakis. Kemudahan penyelenggaraan akan bergantung kepada kemudahan akses kepada kemasan. Kemasan yang sukar dicapai tidak akan dapat diselenggara dengan baik.

Secara praktiknya, lebih baik untuk mempunyai prosedur penyelenggaraan yang terancang supaya:

- i) Ia tidak mengganggu aktiviti lain;
- ii) Prosedur keselamatan sewajarnya diikuti; dan
- iii) Kelengkapan yang betul tersedia bagi melakukan tugas.



7.0 PENAKSIRAN PENCAHAYAAN

Penaksiran pencahayaan adalah penilaian keadaan pencahayaan dan tahap pencahayaan dalam persekitaran kerja bagi tujuan:

- i) Mengenal pasti potensi bahaya yang timbul daripada aktiviti kerja di bawah keadaan pencahayaan semasa di tempat kerja seperti pencahayaan yang tak mencukupi, kontras yang berlebihan, silau atau kerlipan;
- ii) Mengenal pasti pekerja yang mungkin mendapat mudarat; dan
- iii) Menilai risiko dan menentukan sama ada langkah-langkah pembaikan diperlukan bagi melindungi pekerja, termasuk tetapi tidak terhad kepada peruntukan pencahayaan.

Penaksiran pencahayaan boleh dilakukan melalui dua pendekatan iaitu:

- i) Pemeriksaan lintas lalu
- ii) Pengukuran pencahayaan.

7.1 Langkah Penaksiran Pencahayaan

Garis panduan ini memberi tumpuan kepada pengukuran pencahayaan dan membandingkannya dengan nilai yang disyorkan dalam **Lampiran 1**. Carta alir penaksiran pencahayaan ditunjukkan dalam **Rajah 18**.



Rajah 18: Carta alir penaksiran pencahayaan



7.2 Pemeriksaan Lintas Lalu

Pemeriksaan lintas lalu adalah proses untuk mengenal pasti keadaan pencahayaan yang sedia ada di kawasan kerja. Orang yang menjalankan pemeriksaan itu boleh mengenal pasti kebanyakan masalah pencahayaan seperti persekitaran kerja yang malap, lampu yang rosak, silau yang kuat dan pantulan. Lokasi dan bilangan titik yang akan diukur hendaklah dikenal pasti dengan jelas. Mentol dan tiub lampu yang telah padam atau kurang cerah harus diganti sebelum pengukuran pencahayaan dilakukan. Senarai Semak Pencahayaan dalam **Lampiran 2** boleh digunakan sebagai panduan.

7.3 Pengukuran Pencahayaan

Pengukuran pencahayaan dijalankan untuk menentukan atau mengesahkan pencahayaan atau tahap pencahayaan untuk tugas atau aktiviti yang terlibat dalam kawasan kerja yang berkaitan. Pencahayaan diukur menggunakan meter pencahayaan (meter luks) yang merupakan instrumen berguna yang dilengkapi sensor untuk pengesanan cahaya. Pencahayaan yang diukur dipaparkan secara langsung dalam luks (lx). Luks (lx) adalah unit SI pencahayaan dan pemancaran berluminesiti, yang mengukur fluks berluminesiti bagi setiap kawasan unit (rujuk **Rajah 19**: Ilustrasi luks dan kaki lilin). Secara umum, meter luks yang mematuhi spesifikasi yang diiktiraf antarabangsa seperti BS 667: 2005¹, DIN 5032-7: 1985² atau Penerbitan CIE No. 69 (1987)³ hendaklah digunakan. Sepatutnya penentuan dijalankan secara tetap, biasanya sekali setahun, untuk memastikan pengukuran yang tepat. Meter luks yang baik mempunyai ralat kurang daripada 10% tersedia di pasaran. Data pengukuran hendaklah direkodkan.

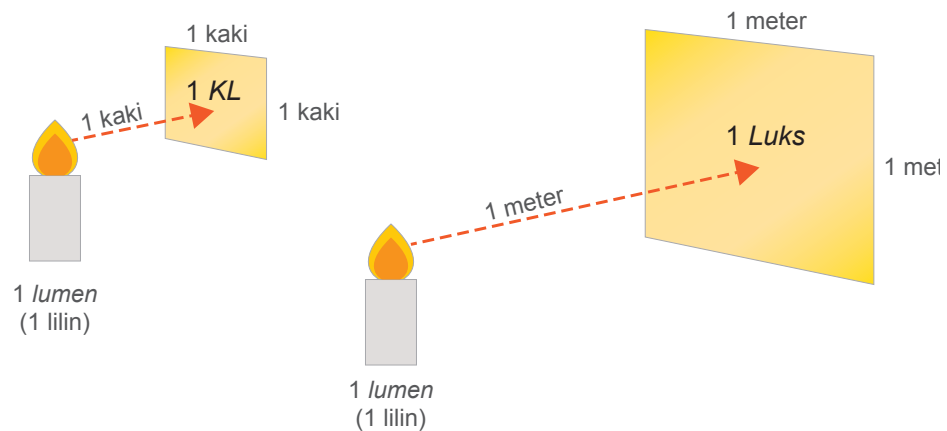
¹ British Standard, *BS 667:2005 Illuminance Meters – Requirements and Test Methods*, 2005.

² German Standard, *DIN 5032-7:1985 Photometry; Classification of Illuminance Meters and Luminance Meters*.

³ International Commission on Illumination Publication, *CIE Publication No. 69 (1987) Methods of Characterizing Illuminance Meters and Luminance Meters: Performance, Characteristics and Specifications*.

$$1 \text{ kaki lilin (KL)} = 1 \text{ lumen/kl}^2$$

$$1 \text{ luks} = 1 \text{ lumen/m}^2$$



Rajah 19: Ilustrasi luks dan kaki lilin

Langkah berjaga-jaga yang perlu diambil untuk mendapatkan pengukuran pencahayaan yang tepat adalah:

- i) Sebelum sesuatu bacaan diambil, meter luks perlu didedahkan pada pencahayaan untuk sekurang-kurangnya 3 - 5 minit bagi membolehkan ia mencapai keseimbangan;
- ii) Lampu pada pemasangan hendaklah dinyalakan untuk beberapa ketika bagi membolehkannya berada dalam keadaan stabil sebelum pengukuran diambil;
- iii) Bacaan sifar pada meter luks hendaklah disemak dan dilaras mengikut keperluan; dan
- iv) Voltan yang digunakan pada pemasangan pencahayaan hendaklah disemak untuk memastikan ia berada pada tahap yang sesuai.

Terdapat dua jenis pengukuran pencahayaan:

- i) Pencahayaan umum di kawasan umum; dan
- ii) Tugas atau aktiviti khusus di kawasan stesen kerja



7.3.1 Pengukuran untuk Pencahayaan Umum

Pencahayaan umum disediakan untuk memberikan pencahayaan seragam ke atas kawasan kerja untuk memenuhi keperluan pencahayaan bagi jenis aktiviti kerja tertentu, misalnya, pejabat, di ruang menyambut tetamu atau ruang simpanan. Pengukuran tahap pencahayaan untuk pencahayaan umum diperlukan bagi menentukan kecukupan pencahayaan di kawasan kerja.

Langkah melakukan pengukuran bagi pencahayaan umum adalah seperti berikut:

- i) Ukur panjang dan lebar bilik serta ketinggian pencahayaan di atas satah kerja.
- ii) Kira indeks bilik untuk menentukan bilangan titik pengukuran di kawasan kerja tertentu.

$$\text{Indeks bilik} = \frac{L \times W}{H_m(L+W)}$$

Dengan:

L : Panjang bilik (m)

W : Lebar bilik (m)

H_m : Ketinggian pencahayaan di atas satah kerja (m)

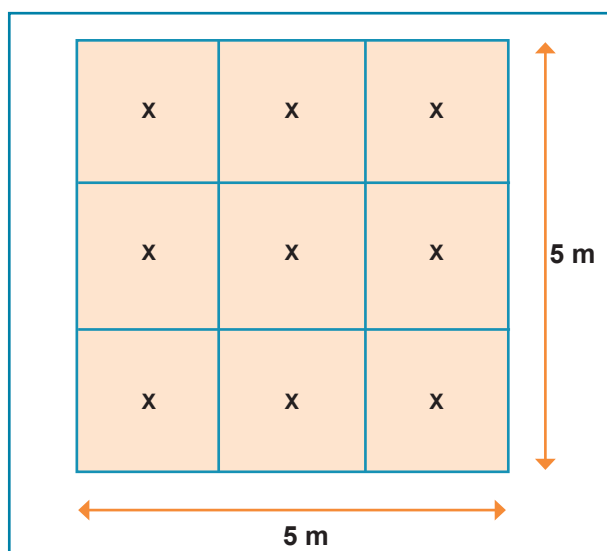
- iii) Rujuk **Jadual 1** untuk bilangan titik pengukuran yang diperlukan. Bilangan titik pengukuran yang diberi adalah keperluan minimum.

Jadual 1: Bilangan minimum titik pengukuran untuk mengukur purata pencahayaan di dalam bilik yang berlainan perkadaran

Indeks bilik	Bilangan titik pengukuran
Bawah 1	4
1 dan bawah 2	9
2 dan bawah 3	16
Atas 3	25

Nota:

- Bilangan titik mungkin perlu ditambah bagi mendapatkan grid yang simetri (sehampir mungkin segi empat sama) untuk menyesuaikan dengan bentuk bilik tertentu.
 - Sekiranya grid segi empat sama sesuai dengan susun atur kemasan pencahayaan, bilangan titik pengukuran minimum hendaklah ditingkatkan sehingga ia tidak lagi sepadan.
- iv) Selepas menetapkan segi empat sama kecil, ukur pencahayaan di tengah-tengah setiap segi empat sama dengan menggunakan meter luks (rujuk **Rajah 20**). Keputusannya menunjukkan sama ada pencahayaan teragih secara sama rata. Di samping itu, nilai purata pengukuran ini mewakili tahap pencahayaan purata untuk kawasan kerja tersebut. Untuk menilai sama ada pencahayaan mencukupi, pencahayaan purata dibandingkan dengan pencahayaan yang disyorkan dalam **Lampiran 1**. Apabila membuat beberapa pengukuran pada ketinggian dan kecenderungan tetap, dirian mudah alih atau tripod berguna untuk menyokong meter.



Rajah 20: Pengukuran pencahayaan di tengah-tengah segi empat sama yang dibahagi sama

Nota:

- Dua kawasan kerja dengan dua aktiviti kerja yang berbeza hendaklah dinilai secara berasingan. Dalam erti kata lain, pejabat dan ruang simpanan sesuatu tempat kerja hendaklah diukur dan dinilai secara berasingan.
- Laluan di antara sumber pencahayaan dan titik pengukuran hendaklah lapang seboleh mungkin. Elakkan daripada menghalang laluan pencahayaan normal, dan bergerak ke sisi, ke belakang dan ke hadapan untuk memastikan tiada sekatan cahaya yang jatuh pada sensor cahaya meter luks.
- Pilih julat pengukuran yang paling rendah yang sesuai daripada meter luks untuk memberikan bacaan yang lebih tepat.
- Titik pengukuran tidak boleh terlalu hampir dengan dinding atau halangan. Cahaya siang hendaklah dilindungi oleh bidai atau langsir hanya semasa menilai pencahayaan buatan.

7.3.2 Pengukuran untuk Tugas atau Aktiviti Khusus

Di sesetengah tempat kerja, mungkin terdapat tugas atau aktiviti yang menuntut keperluan visual dan menghendaki lebih banyak pencahayaan berbanding kawasan kerja di sekitarnya. Dalam keadaan ini, pencahayaan tempatan boleh disediakan berhampiran tugas atau dipasang berdekatan dengan lokasi kerja. Untuk menaksir sama ada pencahayaan bagi tugas individu mencukupi, pengukuran pencahayaan hendaklah berada pada kedudukan tugas.

Langkah untuk menjalankan pengukuran bagi tugas atau aktiviti khusus:

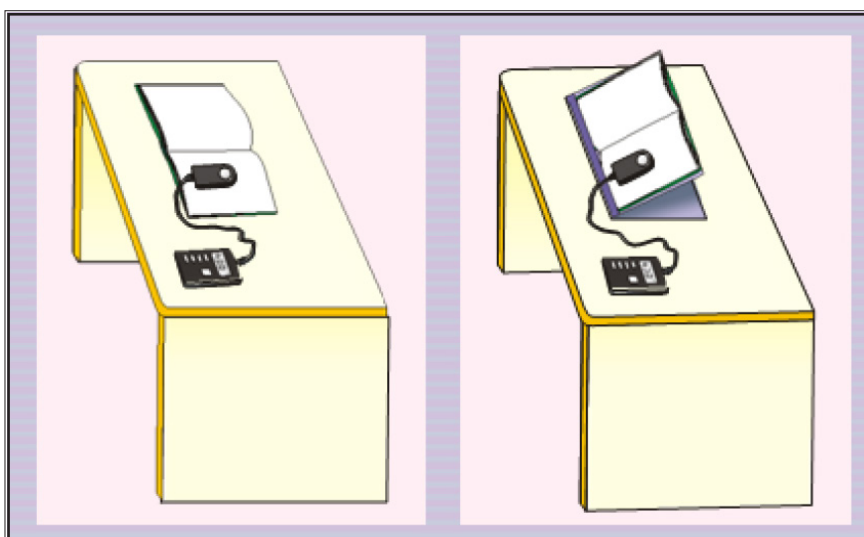
- i) Pilih empat (4) titik wakil pada satah kerja. Misalnya, jika kedudukan tugas kebanyakannya di kawasan hadapan tengah meja tulis biasa atau kaunter, kawasan ini boleh dibahagikan kepada 4 kawasan yang sama (lihat **Rajah 21**).



Rajah 21: Empat kawasan yang dibahagi sama di kawasan tugas utama

- ii) Ukur tahap pencahayaan di tengah-tengah setiap kawasan. Pengukuran pencahayaan hendaklah diambil pada ketinggian satah kerja. Sekiranya tidak ada satah tertentu untuk tugas tersebut, pengukuran hendaklah diambil kira-kira 0.8 meter lebih tinggi daripada aras lantai.

Sensor cahaya meter luks hendaklah diletakkan pada satah kerja yang biasanya adalah satah mendatar, tetapi ia satah condong jika objek perlu dibaca pada satah tersebut misalnya, kekuda (lihat **Rajah 22**). Sebaliknya, satah kerja adalah satah menegak jika objek perlu dibaca secara menegak (**Rajah 23**).



Rajah 22: Sensor cahaya meter luks hendaklah diletakkan pada satah kerja



Rajah 23: Sensor cahaya meter luks hendaklah diletakkan menegak jika objek perlu dibaca secara menegak

- iii) Walau bagaimanapun, jika kedudukan tugas berada di stesen kerja komputer, pencahayaan diukur dengan cara yang berbeza sedikit. Dua titik pengukuran diambil pada kedudukan papan kekunci dengan jarak 20 cm dan dua titik lain di bahagian atas skrin dengan jarak 10 cm seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 24**. Sensor meter luks hendaklah diletakkan secara mendatar semasa ukuran diambil.



Rajah 24: Titik pengukuran (x) bagi stesen kerja komputer

- iv) Purata pengukuran ini kemudiannya dikira sebagai purata pencahayaan pada kedudukan tugas. Untuk menilai sama ada pencahayaan mencukupi, pencahayaan purata dibandingkan dengan pencahayaan yang disyorkan dalam **Lampiran 1**.



7.3.3 Keseragaman Pencahayaan

Keseragaman pencahayaan adalah nisbah nilai minimum kepada purata. Menggunakan hanya pencahayaan purata mungkin menyebabkan pencahayaan lebih rendah di kawasan tertentu yang mungkin membahayakan keselamatan pekerja. Keseragaman pencahayaan yang diukur hendaklah:

- i) tidak kurang daripada 0.5 bagi pencahayaan umum; dan
- ii) tidak kurang daripada 0.7 bagi tugas atau aktiviti

7.3.4 Nisbah Pencahayaan

Hubungan antara pencahayaan kawasan kerja dengan kawasan bersebelahan adalah penting. Perbezaan besar dalam pencahayaan di antara kedua-duanya boleh menyebabkan ketidakselesaan visual atau menjejaskan keselamatan di tempat yang terdapat pergerakan yang kerap. Masalah ini sering timbul di mana pencahayaan tempatan atau setempat di bahagian dalam mendedahkan seseorang pada julat pencahayaan untuk masa yang lama, atau di mana terdapat pergerakan antara kawasan kerja dalaman dan luaran mendedahkan seseorang kepada perubahan pencahayaan secara mendadak. Untuk mengatasi bahaya dan ketidakselesaan, syor dalam **Jadual 2** hendaklah diikuti.

Jadual 2: Nisbah maksimum pencahayaan bagi kawasan berdekatan

Keadaan yang membolehkan aplikasi cadangan	Kedudukan biasa	Nisbah maksimum pencahayaan	
		Kawasan kerja	Kawasan berdekatan
Di mana setiap tugas diterangi secara individu dan kawasan sekitar tugas diterangi dengan pencahayaan yang lebih rendah	Pencahayaan tempatan dalam sebuah pejabat	5	1
Di mana dua kawasan diterangi dengan pencahayaan yang berlainan dan dipisahkan oleh satu halangan tetapi terdapat pergerakan yang kerap antara kedua-duanya.	Pencahayaan setempat di stor kerja	5	1
Di mana dua kawasan diterangi dengan pencahayaan yang berlainan dan dipisahkan oleh satu halangan tetapi terdapat pergerakan yang kerap antara kedua-duanya.	Kawasan stor di dalam sebuah kilang dan kawasan pemunggaran di luar	10	1

7.4 Langkah Pembaikan

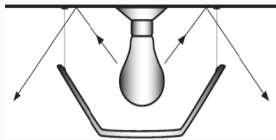
Faktor berikut hendaklah dipertimbangkan untuk memperbaiki keadaan pencahayaan di tempat kerja;

- i) Faktor manusia;
- ii) Kawasan yang hendak diterangi;
- iii) Kerja yang hendak dilakukan; dan
- iv) Kelengkapan dan perabot yang digunakan dalam kerja

Langkah pembaikan yang terperinci ditunjukkan dalam **Jadual 3**.

**Jadual 3: Langkah pembaikan**

Faktor	Langkah pembaikan
Faktor manusia	
Tahap pencahayaan hendaklah memenuhi keperluan pekerja yang berusia dan pekerja yang mengalami kekangan visual. Sebagai contoh, kemampuan untuk mengesan rincian semakin lemah mengikut umur.	• Tingkatkan pencahayaan ke tahap yang selesa dengan menyediakan pencahayaan yang keamatannya boleh laras. Ia juga membantu meningkatkan masa melihat dan kecerahan kerja yang dijalankan. • Sediakan pencahayaan tempatan jika perlu.
Kawasan yang hendak diterangi	
• Ambil kira saiz dan bentuk kawasan kerja dan bagaimana ia digunakan.	• Elakkan halangan seperti perabot dan pembahagi kerana ia akan menghalang pencahayaan umum
• Pencahayaan yang tidak sesuai seperti menggunakan hanya lampu atas, boleh mewujudkan bayang-bayang. Bayang-bayang boleh menyebabkan kerja menjadi sukar, bahkan berbahaya dengan mengurangkan keterlihatan tepi tajam dan bahaya lain yang berpotensi atau bahaya sebenar (contohnya tangga, permaidani koyak atau tumpahan).	• Sediakan pencahayaan daripada pelbagai sumber dan arah. • Unit pencahayaan hendaklah mempunyai lensa kecerahan rendah dan adang kawalan silau yang dapat mengagihkan cahaya sama rata. • Terangi kerja yang dijalankan, siling dan dinding secara berasingan.

Faktor	Langkah pembaikan
• Pencahayaan tak langsung memancarkan 90-100% cahaya ke siling dan dinding dan kemudian memantulkannya ke kawasan kerja. Pencahayaan tak langsung menyediakan pencahayaan yang lembut dan rata, dengan bayang-bayang dan silau yang minimum.  Rajah 25: Pencahayaan langsung  Rajah 26: Pencahayaan tak langsung	• Gunakan pencahayaan tak langsung bagi permukaan yang bersih dan berpantulan tinggi supaya cahaya sampai ke kawasan kerja. • Gunakan warna cerah dan kemasan tidak berkilat pada dinding, siling dan lantai untuk memantulkan cahaya dan meningkatkan output sistem pencahayaan. Pastikan permukaan ini bersih.
Kerja yang akan dijalankan	
i) Saiz objek • Semakin besar objek, semakin mudah ia dilihat. Objek kecil dan halus tidak mudah untuk dilihat.	• Tingkatkan saiz rincian visual yang kritikal, jika boleh. • Ubah kerja lebih hampir dengan pekerja. • Tingkatkan pencahayaan.
ii) Kontras antara objek dan latar belakang • Kontras rendah menyukarkan untuk membezakan suatu objek daripada latar belakangnya. • Warna dapat juga membantu meningkatkan kontras.	• Untuk meningkatkan kontras, jadikan kerja tersebut paling terang, dengan pencahayaan semakin kurang apabila anda bergerak menjauhi kawasan kerja. • Cat bahagian mesin pegun dan yang bergerak dengan warna yang kontras seperti hitam dan jingga. Bagi bahan cetak, gunakan cetakan hitam di atas latar belakang putih atau berwarna terang.



Faktor	Langkah pembaikan												
Latar belakang di stesen kerja adalah penting terutamanya untuk kerja visual yang memerlukan perhatian teliti dan berterusan. Latar belakang yang ringkas membolehkan lebih ketepatan dan meningkatkan pengeluaran manakala latar belakang yang kompleks boleh mengganggu kerja dan meningkatkan beban kerja.	- Untuk mendapatkan latar belakang kerja visual yang optimum: i) Hapuskan sumber gangguan yang berpotensi seperti kertas, borang atau jadual yang ditampal pada dinding; ii) Gunakan pembahagi dan skrin yang berwarna terang untuk menyingkirkan atau mengurangkan sumber gangguan. iii) Pilih warna yang sesuai untuk latar belakang kerja. Jadual berikut menyediakan panduan untuk membuat pilihan: <table><tr><th>Bahan</th><th>Warna latar belakang yang sesuai</th></tr><tr><td>Keluli, Besi Tuang</td><td>Warna krim</td></tr><tr><td>Gangsa, Tembaga</td><td>Kelabu-biru</td></tr><tr><td>Kayu Berwarna Cerah</td><td>Gelap</td></tr><tr><td>Aluminium, Timah</td><td>Warna krim</td></tr><tr><td>Kayu Gelap</td><td>Kelabu-biru</td></tr></table>	Bahan	Warna latar belakang yang sesuai	Keluli, Besi Tuang	Warna krim	Gangsa, Tembaga	Kelabu-biru	Kayu Berwarna Cerah	Gelap	Aluminium, Timah	Warna krim	Kayu Gelap	Kelabu-biru
Bahan	Warna latar belakang yang sesuai												
Keluli, Besi Tuang	Warna krim												
Gangsa, Tembaga	Kelabu-biru												
Kayu Berwarna Cerah	Gelap												
Aluminium, Timah	Warna krim												
Kayu Gelap	Kelabu-biru												
iii) Masa diperlukan untuk melihat objek - Mata mengambil masa untuk memfokus dan menilai objek. - Kebolehlihatan lebih sukar jika objek bergerak.	- Lebih masa hendaklah diberikan kepada pekerja yang bekerja dengan objek kecil atau serpihan objek kerja yang mempunyai kontras rendah. - Jika kerja memerlukan pekerja melihat sesuatu objek dengan cepat (misalnya, memeriksa produk di atas tali sawat penghantar), pencahayaan perlu ditingkatkan. - Suatu kerja yang memerlukan pekerja bergerak dari kawasan yang diterangi dengan baik ke kawasan yang kurang terang atau yang bertentangan hendaklah direka bentuk untuk membolehkan masa yang cukup bagi mata pekerja menyesuaikan.												

Faktor	Langkah pembaikan
iv) Kecerahan • Kecerahan merujuk pada jumlah cahaya yang muncul daripada objek. Secara umum, semakin cerah objek semakin mudah ia untuk dilihat. Kecerahan sering merupakan faktor yang paling boleh dikawal.	• Meningkatkan cahaya di tempat kerja akan dapat meningkatkan penglihatan dan membantu mengimbangi sebarang kekurangan yang terdapat dalam faktor lain.
v) Silau • Jumlah cahaya tidak boleh terlampau cerah berbanding tahap umum kecerahan untuk mengelakkan silau kepada pekerja dan orang lain yang bekerja berhampiran.	• Pastikan sumber silau sejauh mungkin daripada pandangan langsung. • Kurangkan keamatan pencahayaan. • Elakkan daripada menggunakan cahaya yang terlalu terang. • Pastikan kedudukan kerja supaya bahagian sisi atau belakang pekerja menghadap tingkap. • Halang sumber cahaya yang terlalu terang dengan pembahagi atau perabot. • Gunakan skrin antisolau pada monitor komputer. (Kaca atau skrin plastik adalah yang terbaik kerana ia mudah dibersihkan.) • Gunakan kertas dan dakwat yang tak berkilat. • Tukar kedudukan sumber pencahayaan; • Tukar kedudukan stesen kerja; • Gunakan pelbagai sumber pencahayaan dengan mengabungkan pencahayaan langsung dan pantulan; • Gunakan terendak lampu yang memantulkan cahaya ke atas kerana pencahayaan pantulan daripada siling menyediakan kebolehlihatan paling baik;



Faktor	Langkah pembaikan
(Sumber daripada: <i>Computer Ergonomics: Workstation Layout and Lighting</i>, 2004, p. 10.) Rajah 27: Mengurangkan silau	• Gunakan lampu yang mempunyai kaki boleh gerak atau lengan boleh laras supaya mudah mengubah arah cahaya; • Bina jendela langit dan tingkap di bahagian yang tiada pancaran matahari untuk mendapatkan kawasan kerja yang diterangi dengan sekata; • Sediakan bidai, langsir, kekisi, pokok dan tanaman menjalar untuk meredupkan bangunan; • Gunakan cat tidak berkilat atau warna gelap untuk semua permukaan (misalnya untuk meja, mesin, alatan); • Letakkan skrin, penutup atau pembahagi untuk menghalang cahaya kuat yang menyebabkan silau; • Gabungkan cahaya siang dari tingkap dan jendela langit dengan pencahayaan siling dan tempatan bagi mengurangkan bayang-bayang jelas dan silau serta untuk mencapai keadaan pencahayaan optimum.
Kelengkapan dan perabot yang digunakan dalam kerja	
Cahaya berkelip adalah berbahaya di kawasan kerja yang mempunyai mesin berputar atau berayun. Ia boleh mencipta ilusi yang mesin bergerak lebih perlahan daripada yang sebenarnya, atau mesin telah berhenti sedangkan ia tidak.	• Gunakan lampu yang mempunyai nyalaan yang panjang. • Sambungkan lampu kepada sumber elektrik yang berasingan daripada sumber elektrik yang digunakan oleh mesin, supaya ia tidak tertakluk kepada variasi elektrik.

7.5 Melaporkan Penaksiran

Merekodkan penaksiran adalah penting kerana ia berguna untuk tujuan tindakan lanjutan, kajian semula dan kepatuhan terhadap keperluan undang-undang. Maklumat yang akan direkodkan dalam laporan ini termasuklah:

- i) Pengenalan kepada penaksiran:
 - Nama dan alamat tempat kerja; dan
 - Orang yang bertanggungjawab menjalankan penaksiran, tarikh dan masa penaksiran
- ii) Tujuan penaksiran
- iii) Peralatan:
 - Pengenalpastian meter luks, seperti nombor model dan nombor siri; dan
 - Tarikh penentukuran peralatan
- iv) Metodologi:
 - Penerangan tentang kawasan kerja dan kerja/aktiviti;
 - Kedudukan titik pengukuran; dan
 - Rincian lekapan pencahayaan termasuk kedudukannya, jenis dan saiz
- v) Keputusan:
 - Rincian data penaksiran bagi setiap kawasan kerja dan kerja; dan
 - Perbandingan dengan keperluan pencahayaan yang disyorkan
- vi) Syor untuk tindakan lanjut:
 - Cadangan tindakan serta-merta; dan
 - Cadangan tindakan jangka pendek dan jangka panjang jika perlu
- vii) Kesimpulan



8.0 PENCAHAYAAN KECEMASAN

Pencahayaan kecemasan boleh menggunakan sama ada pencahayaan tunggu sedia atau pencahayaan keluar sekiranya pemasangan biasa gagal. Pencahayaan tunggu sedia membolehkan kerja mustahak diteruskan. Pencahayaan keluar membolehkan pengungsian bangunan dijalankan.

Pencahayaan kecemasan biasanya diperlukan untuk beroperasi secara automatik sepenuhnya dan memberikan pencahayaan tahap yang mencukupi untuk membolehkan semua penghuni meninggalkan premis dengan selamat. Kebanyakan bangunan baru kini mempunyai lampu kecemasan dipasang semasa pembinaan; reka bentuk dan jenis kelengkapan ditentukan oleh arkitek mengikut Peraturan-Peraturan Bangunan semasa dan mana-mana kehendak pihak berkuasa tempatan.

8.1 Pencahayaan Tunggu Sedia

Pencahayaan yang diperlukan untuk pencahayaan tunggu sedia bergantung kepada kerja yang perlu dilakukan. Ia mungkin antara 5% dan 100% pencahayaan yang dihasilkan oleh pemasangan biasa. Keperluan pencahayaan yang disyorkan dalam **Lampiran 1** boleh dijadikan sebagai panduan.

8.2 Pencahayaan Keluar

Pencahayaan untuk pencahayaan keluar hendaklah mencapai pencahayaan yang diperlukan dalam masa lima saat daripada kegagalan sistem pencahayaan utama. Namun jika penghuni telah biasa dengan bangunan, masa ini dapat ditingkatkan hingga 15 saat. Pencahayaan keluar yang berkuasa bateri biasanya direka bentuk untuk dapat beroperasi antara satu hingga tiga jam mengikut saiz bangunan dan kemungkinan berlakunya masalah semasa pengungsian. Pemasangan pencahayaan keluar yang dikuasakan oleh penjana akan beroperasi selagi penjana berfungsi, yang sekurang-kurangnya sepadan dengan masa operasi pemasangan berkuasa bateri.

Pencahayaan keluar kecemasan terbahagi kepada pencahayaan laluan keluar, pencahayaan kawasan terbuka dan pencahayaan kawasan kerja berisiko tinggi.

8.2.1 Pencahayaan Laluan Keluar

Sistem pencahayaan keluar kecemasan disediakan untuk memastikan kaedah menyelamatkan diri dapat dikenal pasti dengan berkesan dan selamat digunakan oleh penghuni bangunan.



Rajah 28: Pencahayaan keluar kecemasan

8.2.2 Pencahayaan Kawasan Terbuka / Pencahayaan Anti Panik

Sistem pencahayaan keluar kecemasan disediakan untuk meminimumkan panik dan memastikan pencahayaan mencukupi untuk membolehkan penghuni sesuatu bangunan sampai ke tempat di mana laluan keluar dapat dikenal pasti.



Rajah 29: Pencahayaan kecemasan dinding sekat

8.2.3 Pencahayaan Kawasan Kerja Berisiko Tinggi

Sistem pencahayaan keluar kecemasan menyediakan pencahayaan bagi keselamatan orang yang terlibat dalam proses atau situasi yang berkemungkinan berbahaya dan untuk membolehkan prosedur penutupan yang betul untuk keselamatan pengendali dan penghuni lain di premis tersebut.



8.3 Reka Bentuk Pencahayaan Kecemasan

Kelengkapan yang digunakan untuk pencahayaan kecemasan sama dengan pencahayaan normal, tetapi tertakluk kepada dua kekangan iaitu:

- i) Output pencahayaan serta-merta diperlukan apabila bekalan utama yang normal gagal. Tungsten, halogen tungsten, tiub pendarfluor dan lampu LED sesuai digunakan untuk pencahayaan kecemasan. Jenis lampu lain mengambil masa terlalu lama untuk mencapai output cahaya penuh.
- ii) Beberapa mekanisme diperlukan untuk menyambungkan lampu ke bekalan alternatif apabila bekalan normal gagal. Terdapat pelbagai pilihan sistem, daripada yang dipasang dengan pek bateri sendiri hinggalah sistem berpusat di mana lampu dibekalkan oleh penjana pusat atau bateri melalui pendawaian yang dilindungi. Sistem pilihan bergantung pada saiz dan sifat pemasangan. Bagi mana-mana sistem yang dipilih, pencahayaan kecemasan hendaklah diuji dan diselenggara dengan tetap.

Kedudukan kelengkapan bergantung pada logik akal. Prosedur yang sesuai adalah untuk:

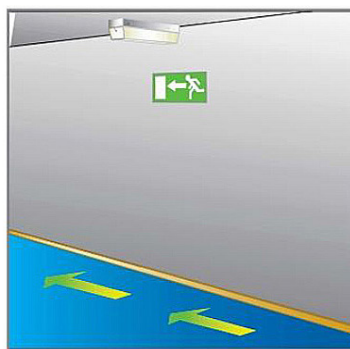
- i) Menentukan jalan keluar dan jalan keluar kecemasan;
- ii) Mengenal pasti laluan keluar dan kawasan lain yang memerlukan pertimbangan khusus misalnya, bilik-bilik loji, tanda arah eskalator, petunjuk amaran kebakaran dan kelengkapan pencegah kebakaran;
- iii) Menempatkan pemasangan pencahayaan supaya keperluan pencahayaan yang disyorkan di sepanjang laluan keluar dapat dipenuhi dengan memberi perhatian khusus kepada tangga, halangan dan perubahan arah;
- iv) Memastikan perkara khusus yang perlu kelihatan diterangi dengan jelas misalnya, arah dan tanda keluar; dan
- v) Memastikan pencahayaan di luar bangunan mencukupi bagi tujuan pengungsian.

Prosedur ini hendaklah memastikan keperluan pencahayaan disediakan di tempat yang sesuai. Bagi masalah silau, panduan mudah yang perlu diikuti adalah melekatkan kemas kecemasan sekurang-kurangnya dua meter dari aras lantai tetapi tidak terlalu tinggi kerana sering ada risiko asap yang akan mengurangkan secara drastik pencahayaan di laluan keluar.

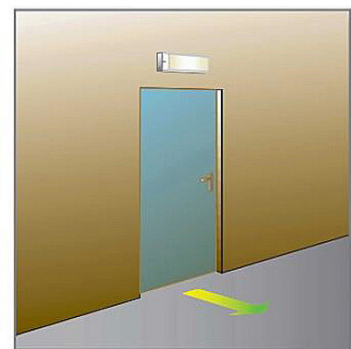
Lokasi khusus sistem lampu yang perlu disediakan ditunjukkan dalam **Rajah 30**.



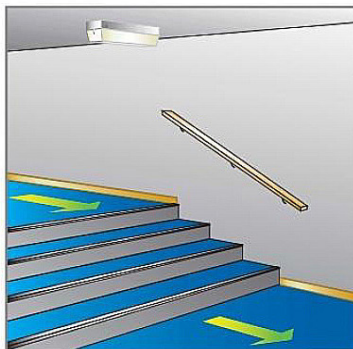
Pada setiap pintu keluar



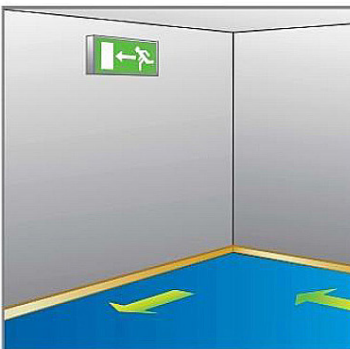
Semua tanda laluan keluar keselamatan



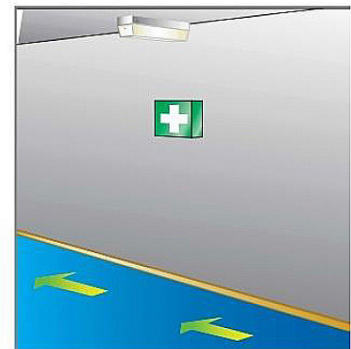
Di luar dan berhampiran setiap laluan keluar akhir



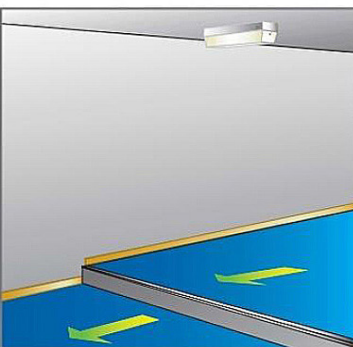
Berhampiran tangga supaya setiap anak tangga mendapat pencahayaan langsung



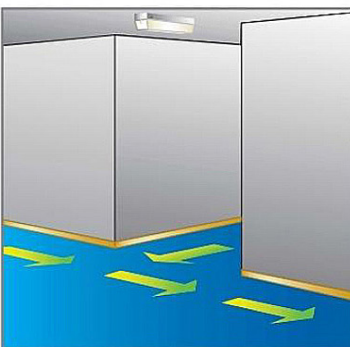
Pada setiap pertukaran arah



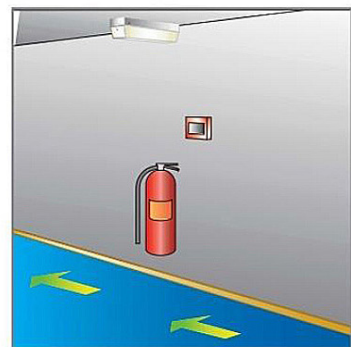
Berhampiran setiap peti pertolongan



Berhampiran sebarang perubahan aras lantai



Pada setiap persimpangan koridor



Berhampiran setiap kelengkapan memadam kebakaran dan petunjuk panggilan kecemasan

Rajah 30: Lokasi khusus sistem lampu yang perlu disediakan
(sumber: BS 5266:1999 Part 7: Emergency Lighting Design Guide)



Nota:

1. BS 5266-1:2011 Pencahayaan Kecemasan: Bahagian 1: Kod Amalan Kecemasan untuk Pencahayaan Kecemasan Keluar Premis, mengesyorkan peruntukan pencahayaan mendatar di tahap lantai di sepanjang garis tengah laluan keluar yang ditetapkan (secara kekal tidak terhalang) tidak kurang daripada 1 lux, dan 0.5 lux bagi kawasan anti-panik, tidak termasuk sempadan 0.5m di sekitar laluan tersebut.
2. Istilah hampir bermakna dalam dua meter yang diukur secara mendatar.

9.0 RUJUKAN

1. BS 5266-1:2011 Emergency Lighting-Part 1: Code of Practice for the Emergency Escape Lighting of Premises.
2. BS 5266:1999 Part 7: Emergency Lighting Design Guide.
3. Code of Practice for Interior Lighting and the Visual Environment; Standards Association of Australia, 1976.
4. Code of Practice for Interior Lighting; Standard Research Institute of Malaysia, Malaysian Standard, 1979.
5. Peraturan-Peraturan Kilang dan Jentera (Keselamatan, Kesihatan dan Kebajikan) 1970.
6. Lighting Handbook, 8th edition, New York, IES, 1993.
7. Lighting in the Workplace; Herman Miller, 2001.
8. Lighting at Work; Industrial Accident Prevention Association Canada. 1995.
9. Lighting at Work; Health & Safety Executive, London, 1997.
10. Management Guide to Modern Industrial Lighting; Stanley L. Lyons, Second Edition, Butterworths, 1983.
11. MS ISO 8995:2005 Lighting Of Indoor Workplaces, Jabatan Standard Malaysia.
12. Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994 (Akta 514); Undang-Undang Malaysia.
13. Lighting Ergonomics – Light Flicker, Canadian Centre For Occupational Health & Safety.
https://www.ccohs.ca/oshanswers/ergonomics/lighting_flicker.html
14. Lighting at Work, A Health and Safety Guideline for Your Workplace, Industrial Accident Prevention Association 2008.
15. Lighting in the workplace, Public Research University in the state Sao Paulo, Brazil.
https://www.ian.unicamp.br/lab/ld/Arquitetural/Handbooks_lighting_in_the_workplace



10.0 LAMPIRAN

Lampiran 1: Keperluan Pencahayaan yang Disyorkan untuk Pelbagai Bilik dan Aktiviti

Jenis bahagian dalaman, kerja atau aktiviti	Luks
1. Kawasan bangunan umum	
Ruang masuk	100
Ruang tamu	200
Ruang legar dan koridor	100
Tangga, eskalator, travelator	150
Tanjakan/ruang punggah	150
Kantin	200
Bilik rehat	100
Bilik untuk senaman fizikal	300
Bilik pakaian, bilik basuh, bilik mandi, tandas	200
Bilik sakit	500
Bilik untuk rawatan perubatan	500
Bilik loji, bilik suis	200
Bilik pos, papan suis	500
Stor, bilik stok, stor sejuk	100
Kawasan pengendalian bungkusan penghantaran	300
Stesen kawalan	150
2. Bangunan pertanian	
Memunggah dan mengendali kelengkapan pengendalian barangan dan jentera	200
Bangunan untuk ternakan	50
Petak haiwan sakit, kandang beranak	200
Penyediaan makanan, tenusu, alatan membasuh	200
3. Kedai roti/kek	
Penyediaan dan pembakaran	300
Kemasan, mengglis, menghias	500
4. Industri simen, konkrit & batu-bata	
Pengeringan	50
Penyediaan bahan, kerja tanur dan pembacuhan	200
Kerja mesin umum	300
Bentuk kasar	300

Jenis bahagian dalaman, kerja atau aktiviti	Luks
5. Industri seramik dan kaca	
Pengeringan	50
Penyediaan, kerja mesin umum	300
Mengenamel, menggelek, menekan, membentuk bahagian mudah, mengglis, meniup kaca	300
Mengisar, mengukir, menggilap kaca, membentuk bahagian persis, pembuatan alatan kaca	750
Kerja menghias	500
Pengisaran kaca optik, pengisaran tangan kristal dan pengukiran, kerja barangan biasa	750
Kerja persis misalnya, pengisaran hiasan, lukisan tangan	1000
Pembuatan batu berharga sintetik	1500
6. Industri kimia, plastik dan getah	
Pemasangan pemprosesan pengendalian jarak jauh	50
Pemasangan pemprosesan dengan intervensi manual terhad	150
Tempat kerja yang sentiasa dikendalikan di tempat pemasangan pemprosesan	300
Bilik pengukuran persis, makmal	500
Pengeluaran farmaseutikal	500
Pengeluaran tayar	500
Pemeriksaan warna	1000
Pemotongan, kemasan, pemeriksaan	750
7. Industri elektrik	
Pembuatan kabel dan wayar	300
Belitan:	
• gegelung besar	300
• gegelung saiz sederhana	500
• gegelung kecil	750
Mewarnai gegelung	300
Penggalvani	300
Kerja pemasangan:	
• kasar misalnya, transformer besar	300
• sederhana misalnya, papan suis	500
• halus misalnya, telefon	750
• persis misalnya, pengukuran kelengkapan	1000
Bengkel elektronik, pengujian, penyesuaian	1500



Jenis bahagian dalaman, kerja atau aktiviti	Luks
8. Industri makanan	
Tempat kerja dan zon dalam kilang bir, lantai penapaian, untuk pencucian, pengisian tong, pembersihan, pengayakan, mengupas, memasak di kilang pengawetan dan kilang coklat, tempat kerja dan zon di kilang gula, untuk pengeringan dan fermentasi tembakau mentah, fermentasi bilik bawah tanah.	200
Menyisih dan mencuci produk, mengisar, mencampur, membungkus	300
Tempat kerja dan zon di rumah penyembelihan, pemotong daging, kilang tenusu, di atas lantai penapisan, dalam kilang penapis gula	500
Memotong dan menyisih buah dan sayuran	300
Pembuatan makanan delikatesen, dapur	500
Kerja pembuatan cerut dan rokok	500
Pemeriksaan gelas dan botol, kawalan produk, perapian, penyisihan hiasan	500
Makmal	1000
Pemeriksaan warna	
9. Faundri dan loji penuangan logam	
Terowong bersaiz manusia di bawah lantai, bilik bawah tanah dll.	50
Platform	100
Penyediaan pasir	200
Bilik persalinan	200
Tempat kerja di kupola dan pembancuh	200
Ruang penuang	200
Kawasan putar pisah	200
Pengacuan mesin	200
Pengacuan tangan dan teras	300
Penuangan beracuan	300
Pembinaan model	500
10. Pendandanan rambut	
Mendandan rambut	500
11. Pembuatan barang kemas	
Bekerja dengan batu berharga	1500
Pembuatan barang kemas	1000
Pembuatan jam (manual)	1500
Pembuatan jam (automatik)	500

Jenis bahagian dalaman, kerja atau aktiviti	Luks
12. Dobi dan cucian kering	
Barangan masuk, menanda dan menyisih	300
Membasuh dan mencuci kering	300
Menggosok, menekan	300
Pemeriksaan dan pembaikan	750
13. Industri kulit	
Bekerja pada vat, tong, pit	200
Menguliti, mengetam, menggosok, membalik-balikkan kulit	300
Perusahaan pelana, pembuatan menjahit kasut, menjahit, menggilap, membentuk, memotong, menebuk	500
Menyisih	500
Mesin mencelup kulit	500
Kawalan kualiti	1000
Pemeriksaan warna	1000
Pembuatan kasut	500
Pembuatan sarung tangan	500
14. Pembuatan dan pemprosesan logam	
Tempaan terap terbuka	200
Tempaan beracuan, kimpalan, pembentukan sejuk	300
Pemesinan kasar dan purata: toleransi > 0.1 mm	300
Pemesinan persis: pengisaran: toleransi < 0.1mm	500
Menggores; pemeriksaan	750
Membentuk lukisan wayar & paip	300
Pemesinan plat > 5mm	200
Pembuatan logam kepingan < 5mm	300
Pembuatan alat; pembuatan kelengkapan memotong	750
Pemasangan:	
• kasar	200
• sederhana	300
• halus	500
• persis	750
Menggalvani	300
Penyediaan dan mengecat permukaan	750
Alat, pembuatan templat dan jig, mekanik ketepatan, mikromekanik	1000



Jenis bahagian dalaman, kerja atau aktiviti	Luks
15. Industri kertas	
Kilang pulpa, pelari tepi	200
Pembuatan dan pemprosesan kertas, mesin kertas dan pengedut, pembuatan kadbod	300
Kerja menjilid buku standard, misalnya, melipat, menyusun, menggam, memotong, mencetak timbul, menjahit	500
16. Stesen janakuasa	
Loji membekal bahan api	50
Rumah dandang	100
Ruang mesin	200
Bilik tambahan, misalnya bilik pam, bilik kondenser, papan suis, dan lain-lain.	200
Bilik kawalan	500
17. Pencetak	
Memotong, menyadur, mencetak timbul, mengukir blok, kerja pada batu dan plat, mesin percetakan, pembuatan matriks	500
Mengisih kertas dan mencetak tangan	500
Mengatur huruf, perapi, litografi	1000
Pemeriksaan warna dalam percetakan pelbagai warna	1500
Pengukiran keluli dan tembaga	2000
18. Kerja besi dan keluli	
Loji pengeluaran tanpa intervensi manual	50
Loji pengeluaran dengan operasi manual sekali-sekala	150
Loji pengeluaran dengan operasi manual berterusan	200
Stor konkrit	50
Relau	200
Rantaian pengisaran, gegelung, garisan ricih	300
Platform kawalan, panel kawalan	300
Ujian, pengukuran dan pemeriksaan	500
Bahagian konveyor dalam terowong bersaiz manusia di bawah lantai, bilik bawah tanah dan lain-lain.	50

Jenis bahagian dalaman, kerja atau aktiviti	Luks
19. Industri tekstil	
Tempat kerja dan zon dalam pencelupan, pembukaan bandela	200
Menyisir, membasuh, menyeterika, melukis, menyikat, mensaiz, pemotongan kad, pra pemintalan, memintal jut dan hem	300
Memintal, melembar, merahat, membelit melungsin, menenun, menganyam tocang, mengait	500
Menjahit, mengait halus, menjelujur	750
Reka bentuk manual, corak lukisan	750
Merapi, mencelup	500
Bilik pengering	100
Mencetak fabrik automatik	500
Kemasan kain bulu, pakan, perapian	1000
Pemeriksaan warna, kawalan fabrik	1000
Pembaikan sembunyi	1500
Pembuatan topi	500
20. Pembuatan kenderaan	
Kerja badan dan pemasangan	500
Mengecat, kebuk penyemburan, kebuk penggilap	750
Mengecat: perapian, pemeriksaan	1000
Pembuatan upholsteri (dikendalikan oleh manusia)	1000
Pemeriksaan akhir	1000
21. Kerja kayu dan industri perabot	
Pemprosesan automatik contohnya, pengeringan papan lapis	50
Lubang wap	150
Bingkai gergaji	300
Bekerja di bangku tanggam, pemerekatan, pemasangan	300
Menggilap, melukis, tanggam mewah	750
Bekerja menggunakan mesin kerja kayu misalnya, melarik, membuat jejalur, menghias, bertetingkat, mengalur, memotong, menggergaji, membenam	500
Pemilihan kayu venir, tatahan, kerja menatah	750
Kawalan kualiti	100



Jenis bahagian dalaman, kerja atau aktiviti	Luks
22. Pejabat	
Memfail, menyalin, mengedar, dan lain-lain.	300
Menulis, menaip, membaca, memproses data	500
Lukisan teknikal	750
Stesen kerja CAD	500
Bilik persidangan dan mesyuarat	500
Meja menyambut tetamu	300
Arkib	200
23. Peruncitan	
Kawasan jualan kecil	300
Kawasan jualan besar	500
Kawasan mesin daftar tunai	500
Meja pembungkusan	500
24. Restoran dan hotel	
Kaunter penyambut tetamu / meja juruwang, meja porter	300
Dapur	500
Restoran, bilik makan, bilik majlis	200
Restoran layan diri	200
Bufet	300
Bilik persidangan	500
Koridor	100
25. Tempat hiburan	
Dewan teater dan konsert	200
Dewan serba guna	300
Bilik latihan, bilik persalinan	300
Muzium (umum)	300
26. Perpustakaan	
Rak buku	200
Kawasan membaca	500
Kaunter	500

Jenis bahagian dalaman, kerja atau aktiviti	Luks
27. Parkir kereta awam (tertutup)	
Tanjakan masuk/keluar (sewaktu siang)	300
Tanjakan masuk/keluar (sewaktu malam)	75
Lorong trafik	75
Kawasan parkir	75
Pejabat tiket	300
28. Bangunan pendidikan	
Bilik sekolah tadika	300
Kelas asuhan	300
Bilik kraf asuhan	300
Bilik darjah, bilik tutorial	300
Bilik kelas untuk kelas malam dan pendidikan dewasa	500
Dewan kuliah	500
Papan hitam	500
Meja demonstrasi	500
Bilik seni dan kraf	500
Bilik seni di sekolah seni	750
Bilik lukisan teknikal	750
Bilik latihan dan makmal	500
Bengkel pengajaran	500
Bilik latihan muzik	300
Bilik latihan komputer	500
Makmal bahasa	300
Bilik persediaan dan bengkel	500
Bilik rehat pelajar dan dewan perhimpunan	200
Bilik guru	300
Dewan sukan, gimnasium dan kolam renang	300



Jenis bahagian dalaman, kerja atau aktiviti	Luks
29. Premis penjagaan kesihatan	
Bilik menunggu	200
Koridor: sewaktu siang	200
Koridor: sewaktu malam	50
Bilik harian	200
Pejabat kakitangan	500
Bilik kakitangan	300
Wad:	
• Pencahayaan umum	100
• Lampu membaca	300
• Pemeriksaan mudah	300
Pemeriksaan dan rawatan	1000
Pencahayaan malam, pencahayaan pencerapan	5
Bilik mandi dan tandas untuk pesakit	200
Bilik pemeriksaan umum	500
Pemeriksaan telinga dan mata	1000
Ujian membaca dan penglihatan warna dengan carta penglihatan	500
Pengimbas dengan peningkat imej dan sistem televisyen	50
Bilik dialisis	500
Bilik dermatologi	500
Bilik endoskopi	300
Bilik plaster	500
Mandian berubat	300
Urutan dan radioterapi	300
Bilik prabedah dan pemulihan	500
Bilik bedah	1000
Membedah kaviti	pencahayaan khusus
Penjagaan intensif:	
• Pencahayaan umum	100
• Pemeriksaan ringkas	300
• Pemeriksaan dan rawatan	1000
• Penjagaan di waktu malam	20

Jenis bahagian dalaman, kerja atau aktiviti	Luks
Doktor gigi:	
• Pencahayaan umum	500
• Pada pesakit	1000
• Membedah kaviti	5000
• Padanan gigi putih	5000
Pemeriksaan warna (makmal)	1000
Bilik pensterilan	300
Bilik disinfeksi	300
Bilik autopsi dan bilik mayat	500
Meja autopsi dan meja belah	5000
30. Lapangan terbang	
Balai ketibaan dan berlepas, kawasan tuntutan bagasi	200
Kawasan penyambung, eskalator, travelator	150
Meja maklumat, meja daftar masuk	500
Meja kawalan kastam dan passport	500
Kawasan menunggu	200
Bilik stor bagasi	200
Kawasan pemeriksaan keselamatan	300
Menara kawalan trafik udara	500
Bilik kawalan udara	500
Hangar menguji dan membaiki	500
Kawasan menguji enjin	500
Kawasan pengukuran dalam hangar	500
Platform dan laluan bawah tanah penumpang (jalan bawah)	50
Dewan tiket dan dataran	200
Pejabat dan kaunter tiket dan bagasi	300
Bilik menunggu	200
31. Masjid, gereja, saumaah dan kuil	
Dewan gereja	100
Kerusi, tempat pemujaan, mimbar	300



Lampiran 2: Senarai Semak Pencahayaan

Bagaimana menggunakan senarai semak

1. Kemukakan kepada majikan sebarang soalan yang berkaitan. Anda perlu mengetahui tentang produk utama dan kaedah pengeluaran, bilangan pekerja (lelaki dan wanita), masa bekerja (termasuk rehat dan lebih masa) serta sebarang masalah keselamatan dan kesihatan pekerjaan yang penting.
2. Tentukan kawasan kerja yang hendak diperiksa. Dalam kes perusahaan kecil, keseluruhan kawasan pengeluaran boleh diperiksa. Dalam hal perusahaan yang lebih besar, kawasan kerja tertentu boleh dikenal pasti untuk pemeriksaan berasingan.
3. Teliti senarai semak dan ambil masa seketika untuk berjalan di kawasan kerja sebelum menjalankan pemeriksaan.
4. Teliti setiap langkah yang terdapat dalam senarai semak. Kenalpasti cara untuk mengaplikasi langkah tersebut. Jika perlu, kemukakan soalan kepada pengurus atau pekerja. Sekiranya langkah tersebut telah digunakan atau tidak diperlukan, tandakan TIDAK di bawah “Adakah Anda Mencadangkan Tindakan?” Jika anda fikir langkah tersebut berbaloi, tandakan YA. Gunakan ruang di bawah CATATAN untuk memberikan gambaran tentang cadangan anda atau lokasinya.
5. Setelah selesai, lihat semula pada langkah yang telah ditandakan YA. Pilih beberapa langkah yang mungkin memberi faedah paling penting. Tandakan KEUTAMAAN untuk langkah-langkah ini.
6. Sebelum selesai, pastikan anda telah menanda setiap langkah sama ada TIDAK atau YA, dan beberapa langkah yang ditandakan YA anda telah tandakan KEUTAMAAN.

Bil.	Langkah	Adakah anda mencadangkan tindakan?			Catatan
		Ya	Tidak	Keutamaan	
1	Jendela langit atau tingkap digunakan untuk memanfaatkan cahaya siang				
2	Stesen kerja diatur agar kerja yang memerlukan pencahayaan terang dilakukan berhampiran tingkap atau di bawah jendela langit.				
3	Siling dan dinding dicat putih atau warna terang.				
4	Pelbagai sumber cahaya digunakan di stesen kerja.				
5	Lampu, tingkap dan stesen kerja diposisikan dalam kedudukan untuk mengelakkan silau.				
6	Lekapan lampu diposisikan pada kedudukan tinggi atau terendak lampu disediakan untuk mengelakkan silau langsung.				
7	Bidai, langsir, kekisi, pelindung, pokok dan tumbuhan menjalar digunakan untuk mencegah atau mengurangkan silau langsung daripada matahari.				
8	Sumber cahaya, mesin atau objek lain yang memantulkan cahaya dialihkan untuk mengelak silau tidak langsung.				
9	Lampu diletakkan tinggi untuk memberikan pencahayaan umum yang teragih sama rata.				
10	Pencahayaan tempatan digunakan untuk memberikan cahaya yang mencukupi untuk kerja-kerja halus.				
11	Lampu tempatan mudah alih dengan lengan yang fleksibel disediakan				
12	Arah sumber cahaya dipilih dengan mengambil kira jenis kerja.				



Bil.	Langkah	Adakah anda mencadangkan tindakan?			Catatan
		Ya	Tidak	Keutamaan	
13	Pencahayaan umum dan tempatan digabungkan untuk memberikan cahaya yang diperlukan dan mencegah kontras kecerahan yang besar.				
14	Kerja patut dielakkan dalam kawasan terpencil yang mempunyai cahaya sangat terang dikelilingi oleh latar belakang yang kurang terang				
15	Skrin atau langsir digunakan untuk mengelakkan latar belakang yang kompleks.				
16	Warna yang sesuai digunakan untuk latar belakang kerja.				
17	Skrin atau sekatan warna cerah digunakan untuk meningkatkan keterlihatan objek.				
18	Setiap lampu atau setiap kumpulan lampu mempunyai suis elektriknya sendiri.				
19	Palam dan soket individu disediakan di stesen kerja untuk mengurangkan penggunaan kord pemanjangan.				
20	Lampu, jendela langit, tingkap, siling, dinding dan sekatan dibersihkan secara berkala.				
21	Mentol dan tiub lampu yang telah padam atau kurang cerah diganti.				
Disemak oleh:			Tarikh:		

(Sumber daripada "Lighting at work" HSG38, Health and Safety Executive (HSE UK, 2002))

Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan
Kementerian Sumber Manusia, Malaysia

Aras 1, 3, 4 & 5, Blok D4, Kompleks D
Pusat Pentadbiran Kerajaan Persekutuan,
62530 Putrajaya

Tel : 603 8000 8000
Faks : 603 8889 2443
Emel : jkkp@mohr.gov.my

www.dosh.gov.my

ISBN 978-983-2014-91-1

