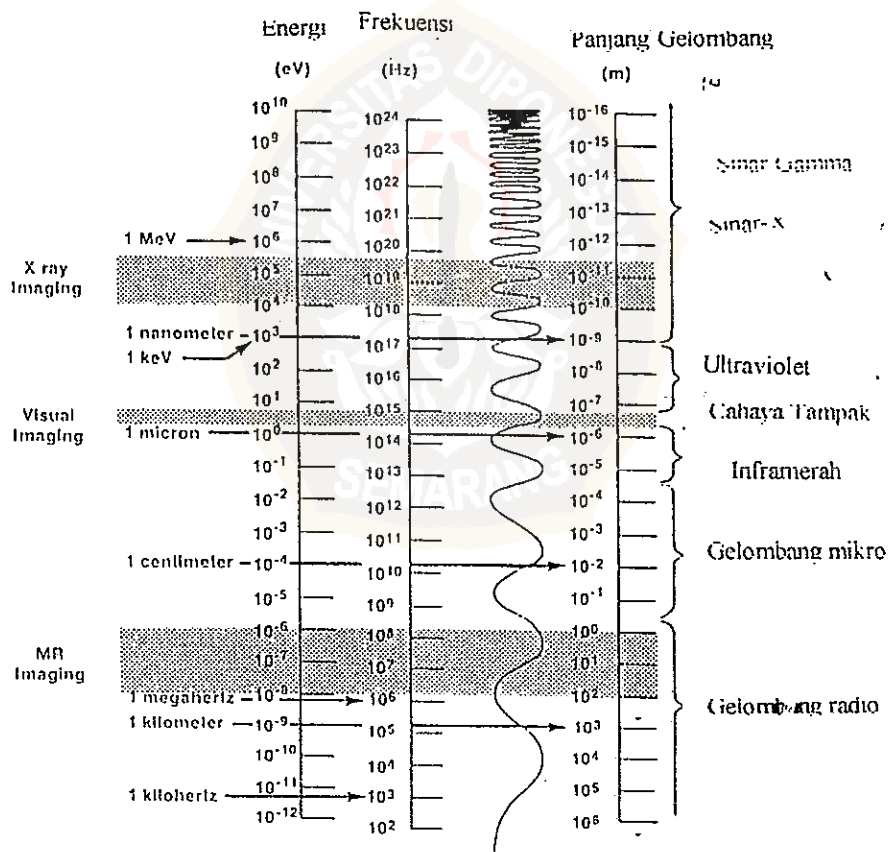


BAB II

DASAR TEORI

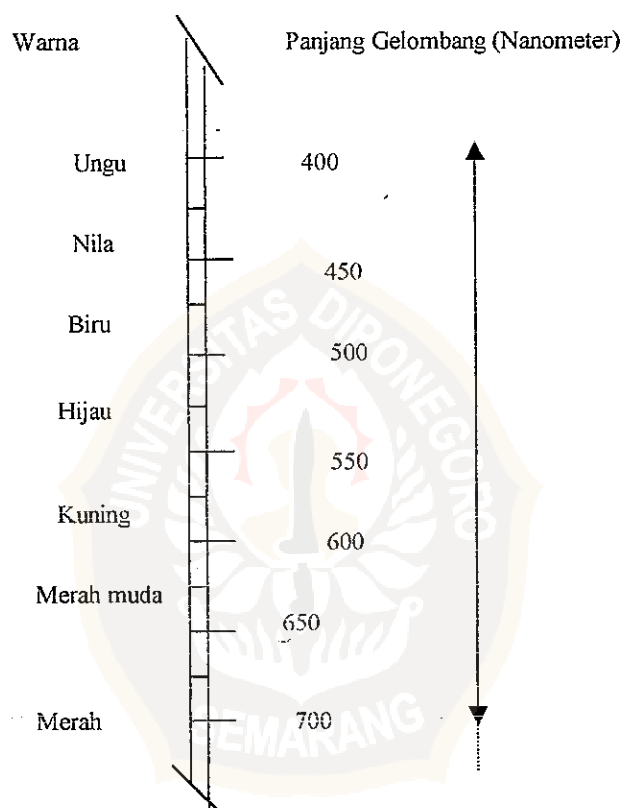
2.1. Gelombang Elektromagnetik

Gelombang elektromagnetik dapat dikelompokkan berdasarkan frekuensi atau panjang gelombangnya. Jika dibuat daftarnya dari frekuensi rendah ke frekuensi tinggi maka urutannya adalah gelombang radio, gelombang mikro (radar), radiasi inframerah, cahaya tampak, sinar ultraviolet, sinar-x dan sinar gamma. Untuk lebih jelasnya seperti terlihat pada gambar 2.1 (Mukhlis, 1997).



Gambar 2.1. Spektrum gelombang elektromagnetik (Bushong, 1988)

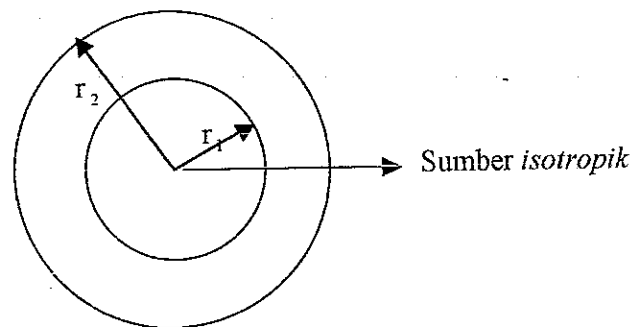
Spektrum cahaya tampak tersusun atas panjang gelombang yang dapat dilihat mata tanpa bantuan alat seperti adanya pergantian warna. Tingkatan spektrum ini adalah dari panjang gelombang mendekati 400 nm sampai dengan 700 nm yaitu berurutan dari warna ungu sampai merah yang meliputi seluruh warna. Secara sederhana spektrum cahaya tampak dibagi menjadi tujuh warna seperti pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Spektrum cahaya tampak (Robert dkk, 1988).

Bila suatu permukaan benda diterangi cahaya tampak yang jatuh tegak lurus di atasnya dari sebuah sumber maka intensitasnya berbanding terbalik dengan kuadrat

jarak antara permukaan dan sumber. Sebuah sumber radiasi yang dianggap titik memancarkan radiasi ke segala arah sama rata (sumber *isotropik*), seperti terlihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Profil sebuah sumber *isotropik*

Intensitas adalah energi per unit luas per unit waktu. Dengan demikian, Energi per unit waktu yang melalui luasan bola dengan jari-jari r_1 adalah :

$$4\pi r_1^2 I_1 \quad (2.1)$$

Sedangkan energi per unit waktu yang melalui luasan bola dengan jari-jari r_2 adalah:

$$4\pi r_2^2 I_2 \quad (2.2)$$

Energi yang melalui kedua bola harus sama, maka:

$$4\pi r_1^2 I_1 = 4\pi r_2^2 I_2$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2} \quad (2.3)$$

dengan I adalah Intensitas.

r adalah jari-jari

dan $J_1 = 3,14$

Nilai panjang gelombang terpanjang yang masih dapat dilihat mata tergantung dari pencahayaan obyek yang bisa sampai dengan 900 nm. Jika cahaya yang digunakan intensitasnya tinggi maka mata manusia masih mampu melihatnya. Pada fotografi konvensional intensitas adalah sangat penting yaitu untuk respon film terhadap spektrum cahaya tampak (Robert dkk, 1988).

2.2. Lampu Kamar Gelap

Penerangan di dalam kamar gelap membutuhkan tidak lebih dari batas maksimal penerangan yang diijinkan oleh bahan yang paling sensitif yang dikerjakan dengan lampu kamar gelap. Sehingga film aman dari proses pengabutan karena terhindar dari reaksi emulsi film dengan cahaya lampu kamar gelap.

Emulsi film adalah benda yang sangat sensitif cahaya, termasuk cahaya lampu kamar gelap. Respon emulsi film tergantung pada panjang gelombang atau warna, intensitas cahaya dan waktu penyinaran

Dalam memilih lampu kamar gelap yang perlu dipertimbangkan adalah :

- a. Warna cahaya yang dipancarkan lampu kamar gelap.
- b. Kekuatan lampu yang digunakan.
- c. Jarak lampu ke semua titik.
- d. Filter yang digunakan.

Bolam atau sejenis kaca yang diwarnai tidak memuaskan sebagai penyinaran kamar gelap. Hal itu karena lapisannya sering retak bila sering digunakan sehingga menjadi tak aman untuk bahan sensitif yang ada di dalam kamar gelap. Selain itu karena tidak mempunyai rentang warna yang cukup.

Lampu kamar gelap biasanya berbentuk lampu lengkap dengan fiternya dan aksesoris lain yang didesain secara khusus. Bolam mutiara di dalamnya biasanya tidak lebih dari 25 watt. Filter yang digunakan terletak di depannya yang akan memberikan warna yang sesuai dengan filter itu (Chesney, 1981).

Dilihat dari arah cahayanya maka lampu kamar gelap dibedakan menjadi 2 :

1. Lampu kamar gelap langsung

Lampu jenis ini mempunyai filter bulat 14 cm (5,5 inchi) dan diletakkan di langit-langit ruang atau di dinding atas ruangan pengolah film. Diletakkan seperti itu supaya film atau bahan sensitif lain ditangani pada jarak tidak lebih dari 4 kaki (± 122 cm) dan lampu tersebut diletakkan pada jarak yang sama dari semua titik di ruang kamar gelap.

Film sebaiknya tidak dipegang dekat lampu kamar gelap walaupun biasanya lampu diletakkan dekat tempat pemrosesan film. Maksud diletakkan dekat adalah untuk mempermudah saat pengecekan saja. Kadang lampu kamar gelap diletakkan dekat tempat memasukkan film pada alat pencuci otomatis, yang mana lampu itu juga dirangkai otomatis yang dapat menyala saat film dimasukkan, mati bila film sudah masuk ke alat, dan akan menyala lagi bila film dimasukkan. Lampu kamar gelap langsung harus digunakan dengan hati-hati

untuk jenis film *Fast-Orthochromatik* dan *Panchromatik* karena film jenis ini sangat sensitif.

2. Lampu kamar gelap tidak langsung

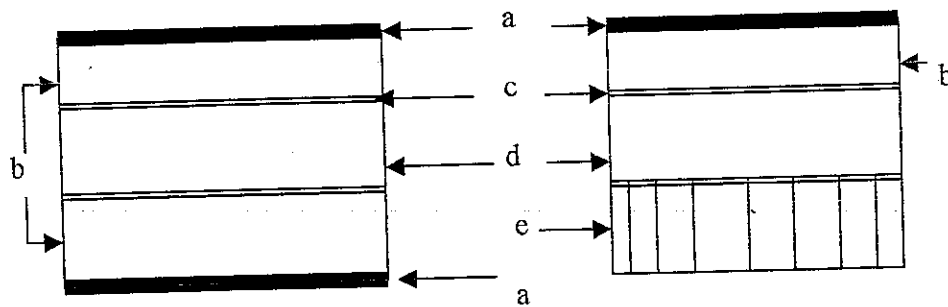
Maksud lampu kamar gelap tidak langsung adalah untuk memberikan penyinaran menyeluruh dalam kamar gelap. Dalam hal ini sinar lampu diarahkan ke langit-langit ruangan yang kemudian dipantulkan kembali ke ruangan. Jika menggunakan lampu ini dibutuhkan beberapa ketentuan mengenai kemampuan memantulkan secara jelas dari langit-langit ruangan. Permukaan langit-langit ruangan harus dicat mengkilap dengan warna krem atau putih. Dengan tinggi ruangan sekitar 2,7 sampai dengan 3,3 meter. Jika langit-langit ruangan terlalu tinggi perlu digantungkan reflektor putih setidaknya satu meter persegi di atas lampu kerja dan lebih efisien jika permukaanya cembung (Chesney, 1981).

2.3. Filter Lampu Kamar Gelap

Filter yang digunakan pada lampu kamar gelap biasanya adalah lembaran gelatin yang dicelupkan dalam pewarna dan untuk pengamannya diapit di antara dua lembar kaca. Kaca ini juga berfungsi untuk membantu penyebaran cahaya. Jika tingkat penyinaran berkurang, mungkin filter terlambat dibersihkan. Lampu kamar gelap dan filternya memerlukan perhatian berkala, dalam hal ini adalah kadang filter gampang berdebu dan kehilangan efisiensi (Chesney, 1981).

2.4. Film Rontgen

Dilihat dari susunanya film rontgen memiliki struktur seperti pada gambar 2.4 :



Film emulsi ganda

Film emulsi tunggal

- a. Lapisan pelindung b. Emulsi c. Lapisan perekat
d. Lapisan dasar e. Anti *Curl Backing*

Gambar 2.4. Struktur film rontgen (Bushong, 1988).

Film yang digunakan di instalasi radiologi dibedakan menjadi dua jenis yaitu :

- Film yang hanya disinari dengan sinar-x atau kombinasi sinar-x dengan cahaya (disebut film sinar-x). Film jenis ini kebanyakan beremulsi ganda yaitu film yang mempunyai emulsi sensitif pada kedua sisinya.
- Film yang hanya disinari dengan cahaya dan tidak menerima penyinaran sinar-x (untuk film flurografi). Film pada jenis ini kebanyakan beremulsi tunggal yaitu hanya memiliki lapisan emulsi sensitif pada satu sisi saja (Bushong, 1988).

2.4.1. Lapisan Dasar Film (*Base Film*).

Film rontgen mempunyai lapisan dasar film yang lebih tipis dibanding dengan film fotografi, dan lapisan dasar ini harus dijaga ukuran dan bentuknya. Syarat lapisan dasar film rontgen adalah ;

- a. Harus kuat dan transparan sehingga tidak ada pembuatan bayangan di atas film yang di sebabkan oleh lapisan dasar film.
- b. Fleksibel dan tidak mudah pecah

Lapisan dasar film dibuat berwarna kebiru-biruan (*blue base*) dengan tujuan gambar enak dipandang. Sejak Perang Dunia I Lapisan dasar film dibuat dari cellulosa nitrate. Bahan ini mempunyai sifat mudah patah dan terbakar.

Kemudian pada tahun 1920 diperkenalkan bahan cellulosa triacetat yang mempunyai sifat tidak mudah terbakar. Tahun 1960 diperkenalkan lapisan dasar film dari poliyester yang mempunyai sifat kuat dan elastis juga dapat dibuat lebih tipis dari pada cellulosa triacetat. Du Pont de Nemours menciptakan lapisan dasar film yang terbuat dari plastik yang sama dengan lapisan dasar film dari poliyester (Bushong, 1988).

2.4.2 Lapisan Perekat

Lapisan perekat mempunyai fungsi melekatkan emulsi film dengan lapisan dasar film sinar-x. Lapisan ini memisahkan bahan yang menyerap air. Bahan yang bisa digunakan adalah campuran antara cellulosa, gelatin dan acetone (Bushong, 1988).

2.4.3 Lapisan Emulsi Film

Lapisan emulsi film merupakan jantung dari film sinar-x. Lapisan ini terletak di antara lapisan pelindung dan lapisan perekat. Emulsi adalah bahan

yang sensitif yang terbuat dari kelompok perak halida (AgBr , AgCl , AgI) yang diikat dengan gelatin (terbuat dari kulit binatang memamah biak). Sifat dari gelatin antara lain adalah :

- a. Mempunyai daya ikat yang baik terhadap butiran perak halida.
- b. Menambah sensitifitas pada emulsi film karena terbentuk dari sulfur yang sangat sensitif terhadap cahaya.
- c. Jika dimasukkan dalam cairan mudah mengembang sehingga memberi kesempatan zat-zat lain untuk bereaksi.

Tebal dari lapisan emulsi film adalah 1 mikrometer pada setiap sisinya. Emulsi film yang dioleskan pada kedua sisinya disebut film emulsi ganda.

Jenis-jenis perak halida yang digunakan untuk emulsi film adalah :

1. Perak Bromida (AgBr).

Perak Bromida adalah jenis yang paling banyak digunakan untuk emulsi film. Perak bromida memiliki sensitifitas batas (*cut off*) 480 nm dan sensitifitas puncak mendekati 430 nm. Sensitifitas *cut off* adalah panjang gelombang ketika film tidak sensitif dan sensitifitas puncak adalah panjang gelombang ketika film paling sensitif.

2. Perak Iodida (AgI).

Perak Iodida hanya digunakan secara kombinasi dengan perak Bromida. Ketika digunakan secara kombinasi ini akan meningkatkan sensitifitas dan memperluas batas respon spektral. Tapi perak Iodida ini memiliki kelemahan yang akan memperpanjang film saat fiksasi.

3. Perak Khlorida (AgCl).

Perak Khlorida memiliki sensitifitas inheren yang rendah ketika dicampur dengan perak bromida dan kerugian ini menghalangi penggunaan dalam emulsi (Bushong, 1988).

2.4.4. Lapisan Pelindung

Lapisan pelindung sering disebut juga dengan lapisan anti abrasi. Lapisan ini terbuat dari gelatin yang dikeraskan. Lapisan ini berfungsi untuk melindungi permukaan emulsi dari kerusakan mekanik, diantaranya adalah lecet akibat gesekan dan transportasi oleh mesin pengolah film otomatis. Kerusakan ini dapat diperkecil oleh adanya lapisan pelindung yang rata atau licin.

Sedang jenis film dilihat dari emulsinya adalah sebagai berikut :

1. Film Lapisan Emulsi Tunggal (*Single Emulsion*).

Film Lapisan emulsi tunggal hanya memiliki lapisan emulsi pada satu sisi pada lapisan dasar film.

2. Film Lapisan Emulsi Ganda

Film Rontgen pada umumnya merupakan film lapisan emulsi ganda yaitu film yang dilapisi emulsi pada kedua sisinya pada lapisan dasar film. Film emulsi ganda memiliki keuntungan antara lain:

a. Kecepatan film bertambah

Dengan adanya jumlah emulsi yang bertambah dan pemberian ekspose maka sensitifitas khususnya bila film dengan lapisan emulsi ganda digunakan dengan pasangan tabir penguat.

b. Kontras bertambah

Film dengan lapisan emulsi ganda memiliki kontras yang lebih tinggi dari pada film dengan emulsi tunggal pada faktor ekspose yang sama (Robert dkk, 1988). Sedangkan kelemahan film dengan emulsi ganda adalah bertambahnya ketidaktajaman fotografik dengan adanya efek paralaks. Efek ini diatasi dengan membuat jarak antara lapisan emulsi sekecil-kecilnya.

Pada lapisan emulsi tunggal terdapat lapisan-lapisan :

a. *Anti Curl Backing*

Lapisan ini terbuat dari gelatin yang berfungsi untuk menjaga agar tetap rata setelah pengolahan film. Pada waktu pengolahan film, gelatin banyak menyerap air dibanding dasar film sehingga menyebabkan film melengkung. Untuk mengatasi hal tersebut perlu ditambah *Anti Curl Backing*.

b. *Anti Halation Layer*

Lapisan ini terbuat dari pewarna yang menjadi satu dengan *anti curl backing*. Zat pewarna ini digunakan untuk menyerap pancaran sinar utama. Lapisan ini juga untuk menghindari terjadinya *halasi* yang disebabkan oleh refleksi cahaya dari dasar film yang dapat berpengaruh pada ketajaman gambar. film roentgen pada umumnya merupakan film lapisan emulsi ganda yaitu film yang dilapisi emulsi pada kedua sisinya pada lapisan dasar film (Bushong, 1988).

2.5. Spektrum Sensitifitas Emulsi Film

Yang dimaksud dengan spektrum sensitifitas film adalah rentang panjang gelombang dari spektrum elektromagnetik yang direspon oleh emulsi. Dengan kata

lain adalah panjang gelombang yang dapat direkam oleh emulsi (hasil rekaman berupa bayangan laten).

Spektrum sensitifitas emulsi film dibagi menjadi 3 kelompok:

1. *Monokhromatik*

Secara umum dikenal dengan nama "*blue sensitive*" yaitu kepekaan tanpa warna atau emulsi buta. Buta adalah istilah yang digunakan oleh pabrik karena tidak mampu melihat panjang gelombang yang lain selain biru.

2. *Orthokhromatik*

Emulsi yang memiliki sensitifitas mencapai bagian panjang gelombang warna hijau yang tampak mata. Jenis ini dibagi lagi menjadi *ortokhromatik* pendek, menengah dan *ortokhromatik* panjang.

3. *Pankhromatik*

Bagian ini memiliki sensitifitas yang meliputi semua panjang gelombang atau warna yang tampak dalam spektrum. Dalam radiologi dibatasi oleh kenyataan bahwa bahan ini sangat sensitif dan harus diolah dalam ruangan yang pencahayaannya memerlukan perhatian khusus (Chesney, 1981).

2.6. Artefak

Artefak adalah densitas yang tidak merata pada film Rontgen yang tidak disebabkan oleh bayangan obyek karena penyinaran sinar-x. Artefak merupakan densitas yang tidak diinginkan atau cacat pada film Rontgen yang dapat mempengaruhi visualisasi dan menyebabkan kesalahan diagnosa. Ditinjau dari asal tempatnya, secara umum ada tiga daerah penyebab terjadinya artefak.

a. Daerah penyinaran.

Artefak ini biasanya disebabkan oleh radiografer atau penata Rontgen dalam hal pengaturan posisi pasien, yang mana karena tidak nyaman sehingga saat disinar-x bergerak, pemasangan film dengan screen tidak sama dan tidak kontak merata dan terjadi penyinaran ulang, atau mungkin karena posisi grid yang salah.

b. Daerah Pengolahan Film

Artefak ini terjadi karena tekanan pada sistem transportasi rol atau roda mesin pengolah film otomatis dan tekanan penjepit film pada pencucian manual.

c. Daerah Penanganan

Artefak ini dapat disebabkan karena penanganan atau penyimpanan yang tidak baik sebelum atau sesudah pengolahan. Kebocoran cahaya terang ataupun kebocoran filter lampu kamar gelap biasanya sering terjadi (Bushong, 1988).

2.7. Kamar Gelap

Kamar gelap merupakan suatu kamar yang dirancang secara khusus yang digunakan untuk mengolah dan menyimpan film serta benda lain yang sensitif cahaya. Di dalam ruangan ini penyinaran cahayanya tidak dibandingkan dengan penyinaran pada ruangan biasa, maka ruangan ini adalah sangat gelap sehingga disebut kamar gelap.

Kegunaan kamar gelap selain untuk mengolah film antara lain:

- a. Tempat menyimpan film yang belum disinar.
- b. Tempat mengisi kaset dengan film lalu dikirim ke ruang periksa.
- c. Tempat menerima kaset yang sudah disinar dari ruang periksa.

- d. Tempat menyimpan larutan kimia yang dipakai untuk mencuci film.
- e. Tempat pengolahan limbah kimia (Jhon, 1981).

2.7.1. Konstruksi Kamar Gelap.

Lantainya harus terbuat dari bahan yang tidak licin bila terkena cairan, mudah dibersihkan dan tahan terhadap bahan kimia yang dipakai untuk mengolah film. Dinding kamar gelap harus mampu menahan paparan radiasi sinar-x dari ruang periksa. Biasanya dilapisi dengan timbal dengan tebal kurang lebih 2 mm, kemudian dicat dengan cat yang mudah dibersihkan. Langit-langit kamar gelap berkisar antara 9 sampai 10 kaki. Ini berkaitan dengan pemasangan lampu kerja agar tidak terlalu dekat. Selain itu bila langit-langit rendah maka bisa menyebabkan tidak nyaman bagi petugas di dalamnya.

2.7.2. Konstruksi Pintu Kamar Gelap

Pintu masuk kamar gelap harus mampu mencegah cahaya dari luar ruangan saat proses pencucian film berlangsung. Pintu kamar gelap dirancang tergantung dari jumlah petugasnya dan frekuensi keluar masuk ke ruangan. Jenis pintu kamar gelap yang dapat dipilih adalah:

a. Pintu tunggal

Kamar gelap hanya menggunakan satu daun pintu. Pertimbangannya jika hanya ada satu operator dan tidak ada alasan bagi orang lain untuk masuk maka jenis pintu tunggal bisa dipakai biasa dilengkapi dengan kunci.

b. Pintu ganda

Dengan pintu ganda maka bila satu pintu dibuka yang satunya masih tertutup. Pintu jenis ini memungkinkan petugas lain keluar masuk tanpa mengganggu proses pengolahan film, kecuali pintu dibuka bersamaan.

c. *Labirin*

Pintu ini tidak memakai daun pintu. Jenis ini hanya dibuat berbelok-belok dengan dinding dicat hitam dan setinggi bahu dicat putih untuk penuntun menuju kamar gelap.

d. Pintu berputar

Pintu berputar menjamin keamanan dari cahaya luar pada kamar gelap paling maksimal. Namun yang perlu diperhatikan adalah bila ingin memasukkan atau mengeluarkan benda berukuran besar mengalami kesulitan.

Yang perlu diperhatikan lagi dalam konstruksi kamar gelap adalah saluran air dan listrik. Lebih-lebih pada negara yang mempunyai empat musim maka diperlukan air panas untuk menghangakan larutan pencuci film pada musim dingin (Jhon, 1981).

