**BAB II**

**TINJAUAN PUSTAKA**

**2.1 Sinar X**

* + 1. Pengertian Sinar X

Menurut *Rasad,2005* Sinar x adalah pancaran gelombang elektromagnetik yang sejenis dengan gelombang radio, panas, cahaya, dan sinar ultraviolet, tetapi mempunyai panjang gelombang yang sangat pendek. Sinar x bersifat heterogen, panjang gelombangnya bervariasi dan tidak terlihat. Perbedaan sinar x dengan sinar elektromagnetik lainnya adalah panjang gelombang sinar x yang sangat pendek yakni 1/10.000 panjang gelombang cahaya yang terlihat. Karena panjang gelombang yang pendek itu maka sinar x dapat menembus benda-benda.

* + 1. Sifat-Sifat Sinar X (Rasad, 2005)

Sinar x memiliki beberapa sifat, yaitu :

1. Daya tembus

Sinar x dapat menembus bahan. Makin tinggi tegangan tabung (besarnya kV) yang digunakan, makin besar daya tembusnya. Makin rendah berat atom atau kepadatan suatu benda, maka makin besar daya tembus sinarnya.

1. Pertebaran

Apabila berkas sinar x melalui suatu bahan atau suatu zat, maka berkas tersebut akan bertebaran ke segala arah dan dapat menimbulkan radiasi sekunder (radiasi hambur) pada zat/ bahan yang dilaluinya.

1. Penyerapan

Sinar x dalam radiografi diserap oleh suatu bahan atau zat sesuai dengan berat atau kepadatan bahan/zat tersebut. Makin tinggi kepadatannya makin besar penyerapannya.

1. Efek Fotografi

Sinar x dapat menghitamkan emulsi film (emulsi perak  bromida) setelah diproses secara kimiawi (dibangkitkan) dikamar gelap.

1. Flourosensi

Sinar x dapat menyebabkan luminisensi (memendarkan cahaya) pada bahan-bahan tertentu seperti kalsium tungstat  atau zink sulfid. Luminisensi ada 2 jenis, yaitu:

1. Fluoresensi

Pemendaran cahaya akan terjadi sewaktu ada radiasi saja.

1. Fosforesensi

Pemendaran cahaya akan berlangsung beberapa saat walaupun radiasi sinar x sudah dimatikan

1. Ionisasi

Efek primer sinar x apabila mengenai bahan atau zat akan menimbulkan ionisasi partikel-partikel bahan atau zat tersebut.

1. Efek Biologis

Sinar x akan menimbulkan perubahan-perubahan biologis pada jaringan. Efek biologis pada jaringan ini dipergunakan dalam pengobatan radioterapi.

* + 1. Proses Terjadinya Sinar X

Menurut Rasad (2005) urutan proses terjadinya sinar x adalah :

1. Katoda (filamen) dipanaskan lebih dari 20000oC sampai menyala dengan mengalirkan listrik yang berasal dari transformator sampai *filament* berpendar.
2. Karena panas atau berpendar,elektron-elektron dari katoda terlepas kemudian membentuk awan-awan elektron.
3. Sewaktu dihubungkan dengan transformator tegangan tinggi, elekton-elektron akan dipercepat gerakannya menuju anoda dan akan difokuskan ke alat pemusat ( *focusing cup* ).
4. Filamen dibuat lebih negatif terhadap sasaran ( target ) dengan memilih potensial tinggi.
5. Awan – awan elektron mendadak dihentikan pada sasaran target sehinnga terbentuk panas 99% dan sinar x 1%.
6. Pelindung timah (*tube housing*) akan mencegah keluarnya sinar x dari tabung, sehingga sinar x yang terbentuk hanya keluar melalui jendela.
7. Panas yang terbentuk akibat benturan elektron pada sasaran akan ditiadakan oleh radiator pendingin pada tabung atau dengan berputarnya anoda dengan menggunakan MRA (*Motor Rotating Anode*).

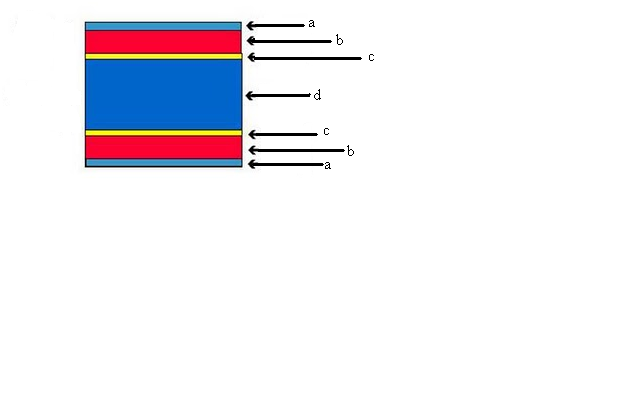
**2.2 Film Radiografi**

2.2.1. Pengertian

Pengertian film radiografi menurut 2 pendapat yaitu

* + 1. Menurut Ball and Price (1990) film radiografi adalah sutu bahan yang peka terhadap cahaya tampak, yang erfungsi untuk mencatat hasil gambaran objek yang diperiksa.
    2. Menurut Carlton (1992) film radiografi merupakan bahan material fotografi yang sensitive dan dapat merespon eksposi foton.

2.2.2. Kontruksi Film Radiografi

**** Menurut R. Carlton dan Mckenna Aldeer, tebal keseluruhan lapisan film radiogarfi sekitar 175-300 µm. Film radografi mempunyai beberapa lapisan antara lain:

Keterangan :

1. Supercoat
2. Emulsi Film
3. Subtratum
4. Base Film
5. Supercoat
6. Emulsi
7. Subtratum atau Perekat
8. Base layer

Gambar 2.1 Lapisan-lapisan Film (Rasad,2005)

* + - * 1. Supercoat (Pelindung)

Menurut *Rasad, 2005* lapisan *Supercoat* ini terdapat pada lapisan terluar film radiografi, berfungsi sebagai pelindung emulsi film mekanik. Lapisan *supercoat* mempunyai tebal 2-5 µm yang terdiri dari campuran *selulosa* dan *gelatin.*

* + - * 1. Emulsi Film (*Emulsion Layer*)

Menurut Cesney’s, 1989 lapisn emulsi film trbuat dari butir-butir perak *bromide (AgBr)* dan *gelatin*. Lapisan ini memiliki ketebalan 0,02-0,05 mm.Lapisan ini terbagi menjadi 2 macam yaitu s*ingle emulsi* dan *double emulsi*. Dalam lapisan ini ada tiga halogen yang dikombinasikan dengan perak dan digunakan sebagai emulsi yaitu: perak bromida (AgBr), perak clorida (AgCl), perak iodida (AgI).

* + 1. Subtratum / *Subbing layer* (Perekat)

Bahan dari lapisan *Subtratum* adalah *selelosa ester*, *gelatin*, dan *asepton*. Lapisan ini berfungsi untuk mencegah pemisaan lapisan emulsi dan untuk mencegah adanya celah dari emulsi dan base sehingga emulsi tidak lepas selama berlangsngnya *processing*. Lapisan ini juga berfungsi sebagai perekat lapisan *Base* dan lapisan Emulsi. Lapisan *Subtratum layer* ikenal juga dengan istilah *adhesive layer*

* + 1. Film Base (Lapisan Dasar)

Menurut Carlton dan Mckenna Alder, lapisan base ini terbuat dari *selullosatriasetate* atau *polyester basse* (*polyeteline teraphthalate*), yang mempunyai kelebihan *dementional stability* dalam arti mampu menjaga kesetabilan bentuk jika terjadi proses pengeringan film. Sebelumnya lapisan ini terbuat dari *selullosanitrat* namun bahan ini mudah terbakar sehingga tidak digunakan lagi. Lapisan base mempunyai ketebalan 150-250 µm merupakan tempat landasan bagi emulsi. Lapisan ini base ini haruslah memenuhi syarat antaralain :

* + - * 1. *Flexible* : mudah dalam *handling*, memberikan kontak yang baik antara *film- screen*.
        2. tidak mudah robek.
        3. Tidak mudah terbakar jika terkena panas.

2.2.3. Proses Pembuatan Film (Carlton, 1992)

Pembuatan film meliputi 4 tahapan, yaitu: produksi kristal perak bromida (*precipitation*), pemanasan (*repening*), pencampuran (*mixing*), pelapisan (*Coating*).

1. Produksi Kristal Bromida (*precipitation*)

Proses ini dilakukan di tempat yang benar-benar gelap dengan cara pengendapan AgBr yng dilakukan dengan cara mereaksikan AgN03 (*Silver Nitrat*) dengan *potassium bromide*. Hasil dari pereaksian tersebut menghasilkan *Kristal lattice* (*matrix*) dalam bentuk kubus terdiri dari perak, bromide dan *iodine atom*. Pada tahap ini Kristal *Perak Halida* diberi bintik kepekaan (*sensitivity speek*) dengan komponen Gold.

1. Pemanasan (*repening*)

Pada tahap ini AgBr dipanaskan 500C sehingga kristal AgBr mengalami perubahan bentuk mulai yang halus hingga kasar (pada tahap penyaringan), dari yang kecil hingga yang besar. Semakin lama waktu *repening* maka semakin besar kristal yang tersaring dan semakin sensitive.

TABEL HUBUNGAN KRISTAL FILM DAN EMULSI

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Karakteristik** | **Ukuran Kristal** | | **Tebal Lapisan** | |
| **Kecil** | **Besar** | **Tipis** | **Tebal** |
| Resolusi | High | Low | High | Low |
| Speed | Slow | Fast | Slow | Fast |
| Kontras | High | Low | High | Low |
| Latitude | Narrow | Wide | Narrow | Wide |

Gambar 2.2 Tabel Hubungan Kristal film dan Emulsi (Teknik Radiofoto 1, 2006)

1. Pencampuran (*mixing*)

Tahap ini merupakan tahap pematangan dengan suhu lebih tinggi maksudnya untuk mempertinggi daya sitifitasnya pada senfilm, emulsi film, kemudian sejumlah zat aditive dicampurkan pada emulsi, meliputi:

1. Pemberian warna untuk menambah sensitivitas silver halida agar didapatkan   keserasian dengan panjang gelombang sinar-x
2. Hardener untuk mencegah gesekan fisik.
3. Bactericides dan fungsieides untuk mencegah pertumbuhan organisme.
4. Antifogging agents untuk menurunkan sensitivitas terhadap faktor lingkungan, seperti panas.
5. Pelapisan (*Coating stage*)

Proses ini membutuhkan ketepatan luar biasa dan peralatan pelapisan yang mahal. Pertama *Adhesive layer* digunakan sebagai base kemudian emulsi dan terakhir *supercoat*. Emulsi yang digunakan dengan lebar 40 inci (102 cm) untuk film dalam bentuk rolls, dipotong dan dikemas untuk dijual. Semua film diproduksi, dikemas, prosesing dilakukan di ruang gelap.

2.2.4. Jenis-Jenis Film Radiografi

Film rontgen adalah film yang digunakan sebagai tempat terciptanya gambar radiograf dalam ilmu radiologi. Adapun jenis-jenis film sinar x terbagi atas:

Jenis film menurut lapisannya.

Jenis film menurut Screen.

Jenis film menurut kepekaan emulsi film terhadap spectrum warna.

Jens film berdasarkan speed film

1. Jenis Film Menurut Lapisannya

Film sinar X tersusun atas: *Base* (dasar film), *Subratum* (perekat film), *Emulsi,Supercoat* (pelindung film).

AdapunJenis film sinar x menurutlapisannyadibagimenjadi 2 yaitu:

1. *Single Emulsi*

Single emulsi adalah film sinar x dengan satu lapisan emulsi dimana lapisan perekat dan lapisan emulsi dioleskan hanya pada satu sisi dasar film *(base)* saja.

|  |
| --- |
| <https://lh6.googleusercontent.com/-0PJPvwEWdtU/TXJZ2-9Ax3I/AAAAAAAAABo/hWDuZa776jw/s1600/1side.jpg> |

Keterangan :

a

a. Supercoat

b

b. Emulsi

c. Perekat/ Subtratum

c

d. Base

d

Gambar 2.3 Struktur Film *Single Emulsi*

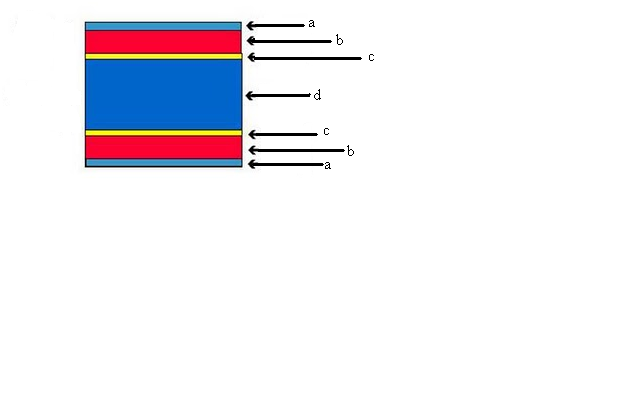
Karena emulsi hanya pada satu sisi dari dasar film *(base)* setelah film diproses dan kering terlihat film menjadi melengkung kearah emulsi dan hal ini sangat mengganggu. Untuk mencegah hal ini baik film yang flat atau datar dan rol diperlukan bahan lain “gelatin” yang direkatkan pada sisi lain dasar yang sifatnya mengkerutan film kearah berlawanan bahan tersebut dikenal dengan *non curl backing*.

Film single emulsi hanya memiliki satu emulsi pad satu sisi saja. Apabila menggunakan film jenis ini kita harus dapatmengidentifikasi letak lapisan emulsi,karena apabiladalam meletakan film terbalik maka tidak terjadi gambaran seperti yang diharapkan. Contoh film CT-Scan, Film Mamografi.

1. Film dua Emulsi (*double Emulsi*)

Film jenis ini mempunyai dua emulsi pada masing-masing sisinyaMasing-asing lapisan sama saja sehingga setiap lembar film digunakan tanpa mengenal sisi atas maupun bawah. Film jenis ini banyak digunakan untuk radiografi konvensional. Adapun keuntungan dan kerugian menggunaan film jenis ini antaralain :

1. Keuntungan
2. Sensitifitas lebih tinggi sehingga nilai ksposi lebih rendah sehingga dosis dapat ditekan.
3. Kontras radiografi semakin baik, waktu eksposi lebih singkat.
4. Tidak mengenal bagian atas dan bawah bagian sisi manapun bias digunakan untuk d eksposi.
5. Kekurangan
6. Larutan pebangkit cepat leah
7. Harga lebih mahal.
8. Efek paralak bila radiograf tidak dilihat secara tegak lurus.



Keterangan :

1. Supercoat
2. Emulsi
3. Subtratum atau Perekat
4. Base layer

Gambar 2.4 Struktur *Film Double Emulsi*

1. Jenis Film Berdasarkan Screen

Berdasarkan penggunaan screenya film radiografi dibagi menjadi 2 jenis yaitu :

1. *Non Screen Film*

Pada jenis film non screen penggunaanya tanpa screen, memiliki emulsi yang tebal dan pemakaiannya menggunakan amplop sehingga sangat praktis. Mengguanakan *factor eksposi* yang tingi sehinga radiasi yang menembus pasien lebih banyak dan menghasilkan gambaran detail yang tinggi. Contoh film *non screen* adalah *film dental*.

1. *Screen Film*

Pada jenis film ini menggunakan *intensifying screen* di dalam kaset. Menggunakankan factor eksposi yang rendah namun gambaran tetap baik. Film jenis ini harus selalu menggunakan kaset pada setiap peggunaanya untuk melindungi film dari cahaya. Contohnya *Flm radiografi*.

1. Jenis Film berdasarkan kepekaan emulsi film terhadap *spectrum* warna.

Pada jenis film ini film terbagi menjadi empatjenis antaralain :

1. *Orthocromatic film*

Yaitu jenis film yang memiliki kepekaan terhadap warna hijau sampai violet, jenis ini digunakan untuk film *green sensitive pada pemeriksaan radiografi konvensional.*

1. *Monochromatic* Film

Yaitu jenis film yang memiliki kepekaa terhadap satujenis warna, yaitu warna biru saja. Jenis ini biasanya digunakan untuk film *X-ray blue sensitive*.

1. *Panchromatic* Film

Yaitu jenis film yang memiliki kepekaan terhadap semua warna pencahayaan. Film ini dignakan dalam film fotografi.

1. *Infra* Red Emulsion

Jenis film ini memiliki kepekaan panjang gelombag yang lebih panjang dari *spectrum* cahaya warna merah.

1. Jenis Film Berdasarkan Speed Film

Jenis film ini terbagi mejadi 3 jenis yaitu *high speed, medium speed*, dan *low speed*.

1. *High Speed*

Jenis fim I I memiliki Kristal-kristal AgBr yang besar dan lebih cepat mencapai densitas tertentu, sehingga memerlukan factor eksposi yang rendah.

1. *Medium Speed*

Jenis film ini memiliki kiristal-kristal AgBr yang berukuran sedang, sehingga mmerlukan factor eksposi yang rrenah.

1. *Low Speed*

Jenis film ini memiliki krital-kristal AgBr yang berukuran halus, sehingga memerlukan factor eksposi yang tinggi.

* + 1. Karakteristik Film

Sebuah film radiografi memiliki karakteristik fisikmdan karaktristik fotografik. Karakteristik fisik bias dilihat dari strukturnya, speednya dan yang lainnya. Sedangkan karakteristik fotografik film radiografi terdiridari : Kontras film, kecepatan atau spee film, resolusi film, dan latitude ilm.

1. Kontras Film

Yang dimaksud dengan kontras film adalah kemampuan suatu film dalam memberikan respon terhadap perbedaan eksposi yang akan menghasilkan suatu perbedaan tingkat kehitaman.

1. Kecepatan atau *speed film*

Kecepatan film adalah kemampun film untuk menerinma sejumlah sinar untuk memperoleh bayangan dengan tingkat desitas tertentu. Keceatan film dipengaruhi oleh : Ukuran Kristal, tebal lapisan emulsi, dan sensitivitas Kristal perak halide terhadap spectrum warna. Film dikatakan memiliki kecepatan yang tinggi bila film tersebut hanya membutuhkan nilai eksposi yang sedikit untuk memperoleh densitas = 1.

1. *Grainines* atau Resolusi Film

Merupakan ukuran butitan Kristal perak halide yang terdistribusi dlam film. Bila butiran berukuran besar akan menghasilkan resolusi yang rendah dan sebaliknya jika butiran berukuran kecil mak akan menghasilkan resolusi yang tinggi.

1. *Latitude Film*

Merupakan respon film terhadap suatu renta eksposi dalam menghsilkan tingkatan densitas yang masih bias dilihat oleh mata (densitas guna). Karakteristik yang berupa kontras dan kecepatan dapat dilihat dengan menggunakan sebuah *Kurva Karaktristik*.

* 1. **Kaset Radiografi (Rasad, 2005)**

Kaset radiografi merupakan sebuah wadah (*Container*) tahan cahaya yang brisi dua buah IS (*Intensifying Screen*) yang memungkinkan untuk dimasukan film rontgen.

Menurut Chesney’s, 1989 menyatakan bahwa konstruksi kaset terbagi atas beberapa bagian antaralain :

1. Sliding shutter / window, digunakan untuk kamera identitas pasien.
2. Back intensifying screen yaitu screen yang berada di bagian belakang dalam.
3. Lead foil
4. Batang busa untuk menekan *Intensifying screen*
5. Engsel kaset
6. Lead blocker
7. Front intensifying screen, yaitu lapisan screen yang berada di depan bagian dalam kaset.
   * 1. Fungsi kaset
8. Untuk melindungi film dari pengaruh cahaya.
9. Untuk menjaga film agar tetap dalam keadaan rapat screen.
10. Untuk melindungi *intensifying screen* dari pengaruh tekanan mekanik.
    * 1. Bahan Kaset

Bahan kaset terbuat dari bahan yang tembus radiasi dan tidak tembus cahaya pada bagian depan dan bagian belakang mampu menahan radiasi dan juga tidak tembus cahaya. Beberapa bahan yang bias di gunakan sebagai bahan film radiogafi antaralain alumunium, caron, plastic dan bahkan kertas.

* + 1. Jenis-jenis Kaset

1. *Single Screen Casette*

Jenis kaset ini ememiliki satu IS (Intensifying Screen) dan digunakan pada film single emulsi. Kaset single screen biasa digunakan pada pemeriksaan mammography.

1. *Cerved Casete*

Merupakan kaset yang bentuk melengkung mempunyai struktur yang lentur dan flexible , digunakan pada objek yang tertutup atau kontak yang tidak bisa digunakan dengan kaset konvensional yang datar dan lurus. Biasanya digunakan pada pemeriksaan sendi-sendi.

1. *Gridded Cassette*

Merupakan kaset radiografi yang dilengkapi dengan grid, biasanya diletakan, Umumnya dipakai untuk pemotretan dimana central ray horizontal sehingga tidak dapat memakai bucky table.

1. *Flexible Casette*

Yaitu kaset yang dindingnya terbuat dari plastic supaya  mudah dilengkungkan sesuai dengan kebutuhan. Biasanya digunakan pada radiografi industri (untuk melihat sambungan pipa).

1. *Multi Section Casette*

Yaitu digunakan untuk pemotretan jaringan yang terdiri dari beberapa lapisan. Bedanya dengan tomografi adalah bahwa pada tomografi yang difoto hanya satu lapis .Kaset ini gepeng dan tebal berisi 3-7 film di dalamnya. Film yang pertama menggunakan “speed screen high definition”  (ISS), untuk bagian depan. Film kedua menggunakan “medium speed screen”, bagian belakang saja. Film ketiga menggunakan sepasang “*screen high* definition” (*low speed*). Film ke-empat menggunakan sepasang “*screen high speed*”.

1. *Graduated Cassette*

Merupakan kaset yang biasanya digunakan untuk pemotretan tubuh yang panjang dengan ketebalan yang tidak merata, contohnya kaki dari tungkai atas sampai tungkai bawah. Untuk mendapatkan kehitaman yang sama maka screen di buat dengan kecepatan yang berbeda.

* 1. **Proses Pembentukan Gambaran**
     1. Proses Pembentukan Bayangan Laten

Bayangan laten merupakan bayangan yang terdapat pada film yang terjadi setelah pengeksposan tetapi tidak dapat dilihat dengan menggunakan mata telanjang, hanya dapat dilihat ketika sudah terjadi pemprosesan. Bagian film yang berperan sebagai pembentuk bayangan atau gambaran adalah bagian emulsi yang tersusun dari Kristal-krista perak bromide (AgBr).

Reaksi yang terjadi pada pembentukan bayangan laten yaitu :

1. **Emulsi Film = AgBr + gelatin**
2. **AgBr Ion Ag+ + Ion Br-**

Pada saat eksposi, ion Br akan melepaskan electron bebas dan menjadi atom Br. Atom Br tersbut akan diserap oleh gelatin. Reaksi yang terjadi yaitu :

**Ion Br - + cahaya/ sinarX electron bebas + atom**

Setelah electron bebas itu terbentuk, electron tersebut aka ditangkap oleh bagian sensitivity Ion yanjutny speck (bintik peka) sehingga sensitivity speck bermuatan negative. Selanjutnya Ion Ag+ yang terbentuk akan masuk ke dalam sensitivity speck sehingga terjadi netralisasi pada Ion Ag+  oleh electron.

**ion Ag+ bebas + electron dalam sensitivity speck →atom Ag (netralisasi)**

kumpulan sensitivity speck berisi atom Ag akan membentuk pola pada film radiograf menjadi gambar latent (latent image). Setelah bayangan laten telah terbentuk maka cara satu-satunya untuk melihat pembentukan gambar dengan dilakukam pengolahan fillm di kamar gelap.

* + 1. Pembentukan Bayangan Tampak

Pada proses ini film yang telah di eksposi dan sudah terbntuk bayangan latennya maka akan di proses di kamar gelap ecara kimiawi dengan menggunakan zat kimia, antaralain pembangkit (developer), dan zat penetap (Fixer), dengan melewati beberapa tahap antaralain masuk ke developer, rinsing, fixer, washing dan drying. Dengan penjelasan di bawah :

1. Pembangkit (*Developer*)

Fungsi dasar dari developer adalah mereduksi perak-perak bromide menjadi perak metalik, dengan katalain berfungsi untuk membangkitkan bayangan laten menjadi bayangan nyata atau tampak, dengan cara mereuksi AgBr yang terkena sinar menjadi perak metalik.

Adapun komponen bahan pembangkit yang terdapat dalam developer antaralain :

1. Developer Agent

Bahan ini bersifat basa lemah, Bahan pembangkit ini merupakan bahan pereduksi, karena menetralisir ion perak dalam perak bromida dengan memberikan elektron kepadanya.

Sifat utama yang penting dimiliki oleh bahan pembangkit ini adalah kemampuan untuk mereduksi kristal-kristal perak halida yang terkena penyinaran menjadi perak metalik, tanpa mempengaruhi kristal yang tidak terkena penyinaran.

1. *Hardener*

*Hardener* banyak digunakan untuk *developer* yang dipakai pada *allumuanium* temperatur yang tinggi, seperti developer untuk daerah tropis dan *developer* untuk pengolahan film dengan *automatic* processing.

Fungsi dari *hardener* ini adalah untuk mencegah terjadinya pembengkakan yang berlebih dari emulsi film dan menyebabkan emulsi film lepas dari alas film. Bahan yang digunakan untuk hardener adalah *Chlorida* dan *potassium alum*.

1. *Preservative* (Penangkal)

*Developer agent mudah* teroksidasi dan cepat menyerap oksigen dari udara. Jika terjadi oksidasi akan melemahkan cairan developer, oleh karena itu dibutuhkan preservatif. Penambahan preservatif kedalam cairan developer tidak menghetikan reaksi oksidasi secara total, tetapi hanya mengurangi efek yang lebih buruk. Jenis larutan yang berfungsi untuk oksidasi adalah *Natrium sulfada* (Na2SO3).

1. *Restainer* (Penahan)

Jenis larutan yang dipakai adalah *benzotriazole* yang mempengaruhi perak bromida (AgBr) yang tidak tereksposi, sehingga tidak mudah terjadinya fog. Kalium bromida menghalangi aksi developer yang berlebihan pada perak bromida yang tereksposi dan yang tidak tereksposi, agar tidak terjadinya *fog* yang berlebihan. Pengaturan perbandinmgan dua larutan ini dapat mengontrol pertumbuhan atau perkembangan fog dari aktifitas developer*.*

1. *Accelelator* (Pengaktif)

Cairan developer membutuhkan medium yang bersifat alkali untuk proses pembangkit. Adapun fungsi dari bahan accelerator adalah untuk mengatifkan kerja dari bahan-bahan pembangkit. ***Menurut Jhon Ball dan Tony price ( 1989 )***, pH dari larutan harus diperhatikan, jika pH terlalu rendah *( basa lemah )*cairan akan bereaksi lambat,tapi jika pH terlalu tinggi  *( basa kuat )* cairan terlalu aktif dan sulit untuk dikontrol, sehingga akan menghasilkan gambar seperti kabut pada foto rontgen.

***Menurut Josep Selman***, alkalis atau basa yang digunakan adalah *Sodium karbonat* (NaCO3) dan *Sodium hidroxida*. *Sodium hidroxida*    (NaOH) adalah basa kuat yang digunakan dalam developer akan berhubungan dengan bahan hidroquinone untuk mengahasilkan aktifitas dan kontras yang tinggi.

1. *Hidroquinon*

Bahan ini memerlukan media basa kuat untuk kegiatannya. Pada proses pembangkitan hydroquinone agak lambat. *Hydroquinone*  {C6H4(OH)4} akan aktif bekerja untuk membangkitkan kristal AgBr yang terkena eksposi tinggi dan kurang aktif pada kristal yang terkena eksposi rendah. Oleh karena itu bahan ini cenderung menghasilkan kontras dan densitas yang tinggi. ***Menurut G. T. Z Field ( 1963 )****, hydroquinone* akan bekerja dengan baik pada suhu dibawah 200C.

1. *Solvent* (Pelarut)

Yang digunakan sebagai *solvent* adalah air yang tidak mengandung garam mineral, sebab apabila mengandung air mineral dikhawatirkan akan menimbulkan pembekaan emulsi yang berlebihan.

1. Pembilasan Awal (*Rinsing*)

Tahap ini berfungsi untuk menghilangkan sisa-sisa Developer yang masih menempel pada film dengan air bersih yang mengalir dan dingin supaya tidak masuk kelarutan Fixer. Bilasisa-sisa Developer masukke Fixer maka yang terjadi :

a. Keasaman Fixer akan menurun sehingga cepat lemah.

b.Pembangkit bayangan masih berlanjut di Fixer sehingga menimbulkan *Dichroic Fog* (noda berwarna pink pada foto dan berwarna biru atau hijau bila dilihat melalui cahaya).

c.Timbul noda coklat akibat oksidasi dari sisa – sisa Developer.

1. Penetapan (*Fixing*)

Pada saat film diangkat dari pembangkit Kristal perak halide yang terekspos dan terbangkitkan akan menjadi perak halide hitam metalik dan bayangan utuh telah terbentuk. Kristal-kristal yang tidak terbangkitkan bersifat peka terhadap cahaya. Apabila dibiarkan akan menjadi gelap dan merusak gambaranjika terkena cahaya. Tujuan utama fixing atau penetapan antaralain :

* + - * 1. Mendapatkan gambaran yang permanent dan jelas
        2. Menghentikan pembangkitan sehingga tidak ada lagi perubahan pada film.
        3. Mengeraskan emulsi film untuk mencegah kerusakan dan mengendalikan pembengkakan akibat penyerapan uap air.

Adapun komposisi dari larutan penetapan (*Fixing*) antaralain:

1. *Fixing Agent* (bahan penetap)

Bahan ini diperlukan utuk bertugas:

* 1. Bereaksi dengan perak halide membut senywa larutan dalam air.
  2. Tidak merusak gelatin.
  3. Tidak menimbulkan efek yang tidk berarti pda gambaran gelatin.

1. *Acid* Sebagai *Accelelator*

Untuk menghentikan aksi develover secara cepat dan merata sewaktu film dimasukan ke dalam fixer.

1. *Preservative* (*Stabilizer*)

Bahan ini bertugas untuk mencegah terjadinya pengendapan unsure S. Biasanya menggunakan sulfit, bisulfit atau metasulfit.

1. *Hardener* ( Pengeras)

Berfungsi untung mngeraskan emulsi yang mengeraskan emulsi yang mengalami pembengkakan.

1. *Solvent*

Bahan pelarut yang digunaka adalah air bersih

1. *Buffer*

Bahan ini berfungsi untuk menjaga kestabilan ph fixer.

* + - * 1. Pembilasan Akhir (*Washing*)

Membersihkan sisa-sisa larutan Fixer yang menempel pad permukaan film dengan menggunakan air yang mengalir, dingin dan bersih.

* + - * 1. Pengeringan (Drying)

Pengeringan merupakan tahap paling akhir dalam siklus pengolahan film. Tujuannya untuk menghilagkan sisa sisa air dari lapisan emulsi.

* 1. **Kualitas Radiografi**

Kualitas radiografi adalah kemampuan radiografi dalam memberikan informasi yang jelas mengenai objek atau organ yang diperiksa. Kualitas radiografi ditentukan oleh beberapa komponen antaralain : Densitas, kontras, ketajaman, dan detail. Pebahasannya sebagai berikut :

* 1. Densitas Radiografi

Menurut *The Collaboration for NDT Education. 2010*. *Radiography*Densitas film adalah ukuran tingkat kegelapan dari suatu film. Secara teknik, hal ini disebut *transmitted density* yang terjadi pada film berbahan dasar transparan yang diukur sejak saat cahaya ditransmisikan melewati film. Densitas merupakan fungsi logaritma yang menjelaskan suatu perbandingan dari dua pengukuran,secara spesifik merupakan perbandingan antara intensitas cahaya yang masuk kefilm (I0) terhadap intensitas cahaya yang keluar melewati film (It).

Densitas film diukur dengan alat yangdisebut *densitometer*. Secara sederhana, *densitometer* memiliki sensor *fotoelektrik* (*photoelectric sensor*) yang dapat menghitung banyaknya cahaya yang ditransmisikan melewati selembar film. Film diletakkan di antara sumber cahaya dengan sensor dan pembacaan densitas dilakukan oleh instrumen.

* 1. Kontras Radiografi

*Menurut The Collaboration for NDT Education. 2010.Radiography* Kontras radiografi merupakan derajat densitas perbedaan antara dua area pada gambar radiografi. Kontras memudahkan identifikasi ciri-ciri yang berbeda pada area inspeksi seperti goresan, patahan dan sebagainya. Gambar di bawah menunjukkan perbedaan dua film hasil radiografi dengan obyek yang sama yaitu stepwedge. Gambar radiografi yang atas memiliki kontras yang lebih tinggi, sedangkan gambar yang bawah memiliki kontras yang lebih rendah. Saat keduanya disinari pada material dengan ketebalan yang sama, gambar dengan kontras yang tinggi memberikan perubahan densitas radiografi yang mencolok. Pada kedua gambar terdapat lingkaran kecil dengan densitas yang sama. Lingkaran ini lebih mudah diamati pada gambar radiografi dengan kontras yang tinggi.

[](http://3.bp.blogspot.com/-hDl5ZzgwrDc/UoOWrzl2edI/AAAAAAAAAFw/lx28p-goTCY/s1600/1.jpg)

**a**

Keterangan:

1. Stepwedge
2. Kontras tinggi
3. Kontras Rendah

**b**

**c**

Gambar 2.5 Radiografi dengan kontras tinggi dan kontras rendah.

Ada beberapa hal yang mempengaruhi kontras radiografi , yaitu tipe film yang digunakan, pemerosesan film yang digunakan, tegangan (kV). Tegangan yang lebih rendah akan menghasilkan kontras yang tinggi dan tegangan yang tinggi menghasilkan kontras yang rendah.

* 1. Ketajaman Gambar (*Sharpness*)

Ketajaman gambar pad radiograf mengindikasikan penandaan yang tajam pada beberapa struktur yang terekam. Radiografi dikatakan memiliki ketajaman optimum apabila batas antara bayangan satu dengan bayangan lain dapat terlihat jelas.

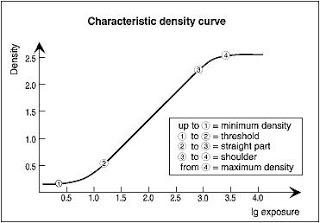
* 1. Detail

Merupakan kualitas radiografi berdasarkan ketajaman dilihat dari garis luar yang membentuk gambaran dan kontras antara beberapa struktur yang terekam. Jika garis luar yang mmbentuk gambar sangat jelas dilihat kejernihan detail ini dapat dikatakan bagus, dan dapat menggambarkan ketajaman dengan struktur-struktur terkecil dari gambaran radiografi tersebut.

* 1. **Kurva Karakteristik**
     1. **Pengertian**

Menurut Bushong (1988) menerangkan bahwa kurva karakteristik adalah hubungan antara densitas, tingkat penghitaman film dan jumlah dosis radiasi yang diserap.

Sedangkan menurut Ball and Price (1990) perbedaan kurva karakteristik terbentuk karena adanya perbedaan sensitifitas emulsi film, perbedaan intensifying screen dan perbedaa kombinasi film screen karena akan memberikan respon yang berbeda pada tiap-tiap eksposi, sehiingga menghasilkan kurva karakteristik yang berbeda.

[](http://4.bp.blogspot.com/_0XVRIMdqPf0/TL6eIJ_bupI/AAAAAAAAABo/1MPs5BzVgrA/s1600/Picture1.jpg)

Gambar 2.6 Kurva Karakteristik

* + 1. Fungsi Kurva Karakteristik

Kurva karakteristik mempunyai fungsi yaitu :

1. Untuk mengetahui nilai fog level
2. Untuk menilai densitas maksimum.
3. Untuk menilai kontras suatu film.
4. Untuk membandingkan kecepatan film.
   * 1. Pembagian Daerah Pada Kurva Krakteristik
5. Tingkat Pengkabutan (*Fog*)

Tingkat kabut adalah merupakan daerah dengan densitas rendah. Densitas hampir tak tergantung dari eksposi. Sebagian besaar dari penghitaman yang timbul dikarenakan oleh sebab yang tidak berhubungan dengan eksposi, misalnya karena penyerapan cahaya oleh lapisan film, terutama pada lapisan dasar (*base*).

Densitas awal (*fog level*) selalu ada, meskipun telah disinar dengan sejumlah radiasi tertentu dan ditambah dengan densitas yang ada dari hasil eksposi tersebut. Daerah penghitaman atau densitas awal ini digambarkan sebagai garis horisontal.

1. Daerah Jari Kaki (*Toe*)

Densitas di daerah ini lebih besar sedikit dari tingkat kabut dan menunjukkan efek eksposi dan disebut dengan eksposi ambang. Pada daerah ini densitas naik secara perlahan dari 0,1 pada B sampai sekitar 0,4 pada C. jangka densitas ini menunjukan daerah terang dari radiografi.

1. Daerah Garis Lurus (*Straight Line*)

Bagian ini adalah daerah yang terpenting dari film radiografi. Dalam jangka waktu eksposi ini densitas berbanding lurus dengan log eksposi yang berarti perkalian eksposi dengan faktor yang sama akan menambah densitas dengan jumlah yang sama. Pada bagian ini dapat memberikan informasi tentang kontras, *speed* dan *latitude*.

1. Daeah Bahu (*Schoulder*)

Daerah ini disebut juga *overexposure*. Ada dua aspek dari sifat film yang digambarkan pada kurva bagian ini antaralain :

* + 1. Densitas Maksimum

Merupakan daerah dimana jika jumlah eksposi maka densitas tidak akan bertambah, bias diseebut juga D max.

* + 1. *Reversal*

Pada saat subjek dieksposi beberapa kali lebih besar dari pada yang diperlukan untuk mendapatkan denitas maksimum, maka film akan memberikan resfon dngan cara yang berlawanan pada keadaan noemal sehingga menghasilkan penurunan peningkatan eksposi.

* + 1. Densitas Optik (*Optical Density*)

Meupakan salah satu metode yang nilai jangkauannya dapat dikurangi enjadi proporsi yang mudah dikelola yaitu degan mengubah tingkat kehitaman(*opacity*) ke nilai logaritma.

* 1. Daerah *Solarisasi*

Merupakan daerah solarisasi yang apabila diberi eksposi akan menyebabkan penurunan densitas film. Dimana pada daerah ini film sudah mencapai lebih dari batas densitas maksimum.

g. *Log Eksposure*

Untuk gambaran radiografi yang khas, jangkauan eksposi mencapa berbagai wilayah system screen film sangat luas. Intensitas radioasi menghasilkan densitas paling gelap dri gambar ungkin ribuan kali lebih besar dari paa yang enghasilkan densitasyang terendah. Jadi, nilai-nilai ekspose relative dapat berpariasi dari satu menjadi beberapa ribu. Rangkaian nilai-nilai relative ekspose yang yang itambah dalam deret ukuran geometri (1, 2, , 8, 16, 32, 6, 128, 256, 512, dan seterusnya) diubah menjadi rangkaian nilai-nilai logaritma yang bertambah dengan deret hitung aritmatik (0, 0,3, 0,6 0,9, 1,2, 1,5, dan seterusnya) sehingga dapat ditempatkan ketika akan ddi plot dalam sebuah grafik.

* 1. **Kamar Gelap (Jenkins, 1980)**
     1. Pengertian

Dalam proses radiografi processing room atau kamar gelap merupakan salah satu pendukung penting dalam menunjang keberhasilan pemotretan. Disebabkan karena dalam processing room dapat mengubah film dari bayangan laten kedalam bayangan tampak, processing room disebut juga final proses akhir karena processing room merupakan rangkaian terakhir dalam proses radiografi. Pengertian Processing Room adalah suatu area dilakukan pengolahan film sebelum dan sesudah di expose (bayangan laten menjadi bayangan tetap). kamar gelap dalam pelayanan radiologi berfungsi sebagai berikut :

* 1. Tempat untuk mengeluarkan film dari dalam kaset dan memasukan ke dalam kaset.
  2. Tempat untuk memberikan Identitas pada film.
  3. Tempat untuk proses film rontgen, baik secara manual maupun otomatis.
  4. Tempat perawatan dan lembar penguat.
  5. Tempat untuk mempersiapkan larutan kimia yang digunakan dalam proses pengolahan secara manual maupun otomatis.
  6. Tempat untuk perawatan mesin pengolahan otomatis.
  7. Tempat untuk penyimpanan film yang belum tersinari.

Adapun yang hasus terdpat di bagian kamar gelap diantaranya

* + 1. Syarat-Syarat Kamar Gelap (Jenkins, 1980)

kamar gelap dalam pelayanan radiologi harus mempunyai syarat – syarat sebagai berikut :

1. Kamar gelap harus cukup terlindung dari sinar X, Sinar matahari dan cahaya dari ruang sebelahnya.
2. Ventilasi yang cukup dalam kamar gelap
3. Pengaturan udara (Air Conditioner) hendaknya diatur sedemikian rupa sehingga cairan pencuci film dapat dipertahankan suhunya.
4. Proteksi radiasi sinar roentgen merupakan syarat lain yang harus dipenuhi.
5. Persediaaan air yang cukup dan system pembuangan air yang baik.
6. Perlengkapan kamar gelap yang memadai.
7. Safety Light yang aman/ tidak bocor.
8. Ukuran kamar gelap harus ditentukan menurut kapasitas bagian roentgen dan beban kerja harian.
9. Ukuran 10 meter, sedang dimensinya 3 m x 2 m x 3 m.
10. Lantai kamar gelap dilapisi ubin sampai setinggi 1,5 m – 2 m, sela– sela ubin ditutupi dengan semen murni agar tidak mudah meresap serta dinding dicat dengan warna cerah.
    * 1. Perlengkapan Kamar gelap
         1. *Alat Processing*

Adapun jenis *prosesing* di radiologi ada 2 macam :

* + - 1. Manual Prosesing.

Manual prosesing adalah proses pembangkitan bayangan latenmenjadi bayangan tampak dengan menggunakan tenaga manusia dengan melalui proses diantaranya :

a. Pembangkitan bayangan laten (*developer*)

b. Pembilasan (*rinsing*)

c. Penetapan bayangan tampak (*fixing*)

d. Pembersihan dari sisa prosesing (*washing*)

e. Pengeringan film radiografi (*drying*).

Gambar yang dihasilkan dengan menggunakan prosesing manual bergantung pada kemampuan sumber daya manusia dalam menentukan faktor eksposi dan melakukan prosesing film.

* + - 1. Automatic Procesing

Automatic prosesing adalah proses pembangkitan bayangan laten menjadi bayangan tampak dengan menggunakan tenaga mesin. Dalam automatic prosesing memiliki kesamaan dengan metode manual prosesing dalam tahapannya, tetapi dalam automatic prosesing tidak melalui tahapan pembilasan (rinsing).

* + - 1. Safelight
         1. Pengertian

Safelight adalah Alat yang membantu penerangan dalam kamar gelap radiologi yaitu sebuah lampu berdaya watt kecil yang dibungkus dengan filter biasanya berwarna merah zaitun. Safelight berfungsi untuk menerangi ruangan gelap atau darkroom pada saat melakukan prosesing film radiografi. Sehingga jika ada cahaya atau penerangan kecuali dari safelight maka gambaran radiograf akan timbul gambaran fog. Mengingat tidak kalah pentingnya safelight ini dengan peralatan radiografi lain. Maka, perlu diadakan penanganan khusus terhadap pengujian safelight.Tujuan pengujian safelight adalah untuk mengetahui apakah safelight yang digunakan sebagai penerangan khusus di kamar gelap itu aman atau tidak.Selain itu untuk menentukan waktu maksimal penanganan film yang aman di bawah paparan safelight tanpa menimbulkan fog berlebih sehingga tidak mengurangi kualitas gambar radiografi. Didalam kamar gelap ada dua jenis penerangan yaitu:

* 1. Penerangan Umum yaitu berupa lampu pijar/lampu neon yang berguna untuk membantu membersihkan kamar gelap, mengatur dan merawat aksesoris di dalamnya.
  2. Penerangan khusus yaitu safelight sebagai pembantu penerangan dalam kamar gelap dan membantu mengontrol proses pengolahan film. Ada dua macam tipe penerangan safelight yaitu Langsung (*direct safelight*) dan tidak langsung (*indirect safelight*).

1. *Direct Safelight*

Pada tipe ini, cahaya lampu langsung diarahkan ke meja kerja atau cairan processing sehingga dapat membantu penglihatan pekerja, cahaya dari safelight harus diletakkan dengan jarak minimum 1,2 m dari tempat kerja.

1. *Indirect Safelight*

Safelight ini memberikan penerangan secara umum pada kamar gelap, pada safelight ini cahaya lampu mengarah ke langit-langit, yang kemudian cahaya akan dipantulkan ke seluruh ruangan. Untuk itu, maka langit-langit di kamar gelap sebaiknya dicat dengan warna putih atau bahan yang mudah memantulkan cahaya agar pantulan cahaya optimal. Safelight ini digantung pada ketinggian 2,1 m di atas lantai untuk mencegah agar tidak terkena kepala petugas saat bekerja di kamar gelap.

* + - * 1. Tingkat Keamanan Safelight (Plaats , 1969)

Menurut untuk tingkat keamanan safelight, cahaya safelight diarahkan ke meja kerja agar cahaya safelight tidak langsung mengarah ke mata. Tingkat keamanan safelight dipengaruhi oleh:

a. Jarak antara film dengan safelight.

b. Daya lampu yang digunakan.

c. Spektrum kepekaan film terhadap cahaya.

d. Lamanya film terpapar dengan safelight.

* + - 1. Film Rontgen

Film Rontget adalah lembaran yang mempunyai lapisan pelindung emulsi dan alas film, berdasarkan jumlah lapisan emulsinya terdapat dua jenis yaitu single emulsi dan double emulsi.

* + - 1. Kaset

Kaset adalah kotak gepeng cahaya yang berisi dua buah lembar penguat yang memungkinkan untuk dimasukkan film roentgen yang berfungsi untuk melindungi film dari pengaruh cahaya, melindungi film dan lembar penguat dari tekanan mekanik dan menjaga kontak antara lembar penguat dengan film agar tetap terjaga.

* + - 1. Hanger Film

Tempat menggantung film roentgen pada saat melakukan pencucian manual maupun pengeringan.Pemakaian hanger ini harus disesuaikan dengan ukuran film yang digunakan.

* + - 1. Kotak Pergantian Kaset

Kotak pergantian kaset adalah suatu kotak yang digunakan untuk mengeluarkan dan memasukan (transportasi) dari kamar gelap tanpa mengganggu jalannya proses pengolahan film dikamar gelap.

* + - 1. Alat pencetak Identitas (Print Radiografi)

Alat pencetak Identitas (Print radiografi) adalah alat yang digunakan untuk mencetak Identitas pasien dengan cara fotografis yang menggunakan cahaya lampu. Dengan adanya Identitas pada radiograf maka dapat dibedakan antara radiograf yang satu dengan yang lain.

* + - 1. Kotak Penyimpan Film (Chesney, 1980)

Kotak penyimpan film adalah kotak yang digunakan untuk menyimpan film yang belum terkena sinar yang terdiri dari beberapa bagian sesuai dengan ukuran film yang ada. Kotak ini juga dilengkapi dengan rangkaian elektronik untuk menjaga lampu dengan kotak penyimpanan tidak terbuka secara bersamaan

* + - 1. Almari (Chesney, 1980)

Biasanya almari ini dilengkapi dengan meja dan rak untuk penyimpanan film.

* 1. ***Sensitometri* (Charlton, 1992)**
     1. Definisi

Sitometri adalah studi pegukuran dari respon karakteristik film terhadap faktor eksposi dan processing film, dengan mengukur dan mengevaluasi densitas yang dihasilkan.

* + 1. Fungsi
  1. Untuk mengevaluasi teknik system factor eksposi, screen dan peralatan processing.
  2. Untuk mengetahui karakteristik film terhadap factor eksposi.
     1. Peralatan Sensitometri

1. Sensitometer

Menurut *Pitzzutielo (1993),* menerangkan bahwa sensitometer adalah alat yang dapat menghasilkan eksposi cahaya pada film dan mempunyai resiko yang konstan antara satu dengan yang lain.

Sensitometer dirancang sesuai untuk menghasilkan eksposi cahaya tampak yang menimbulkan *optical density* pada film sesuai ketebaan tiap-tiap filter.



Gambar 2.7 Sensitometer

1. Densitometer

Menurut Carlton, (1992) menerangkan bahwa densitometer adalah alat ukur yang mampu memberikan data penghitaman pada film . Densitometer terdiri dari sebuah sumber cahaya, tempat untuk meletakan film yang akan diukur, sebuah lubang cahaya untuk mengontrol jumlah cahaya dari sumber cahaya tersebut. Densitometer harus dikalibraasi setiap kali akan digunakandengan cara menekan sensor sehingga menempel pada sumber cahaya, sehingga menunjukan angka nol pada *display readout*.



Gambar 2.8 Densitometer

1. Stepwedge

Stepwedge merupakan alat bantu dalam proses sensitometri yang terbuat dari bahan alumunium yang mempunyai ketebalan yan brbeda. Ketebalan ini di buat dimaksudkan untuk mengetahui perbedaan densitas pada film yang d ekpose.

Gambar 2.9 Stepwedge