**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 maksudnya semakin tinggi tegangan tabung (besarnya kV) yang digunakan maka semakin besar daya tembusnya. Dan semakin rendah berat atom atau kepadatan suatu benda maka semakin 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 atau zat tersebut. Makin tinggi kepadatannya semakin besar dan banyak radiasi yang diserapnya.

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 tungstant*  atau *zink sulfid. Luminisensi* ada 2 jenis, yaitu:

1. *Fluoresensi*

Pemendaran cahaya akan terjadi sewaktu ada radiasi saja, dan akan menghilang ketika radiasi dimatikan.

1. *Fosforesensi*

Pemendaran cahaya akan terjadi sewaktu ada radiasi dan 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. *Filament* 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*).

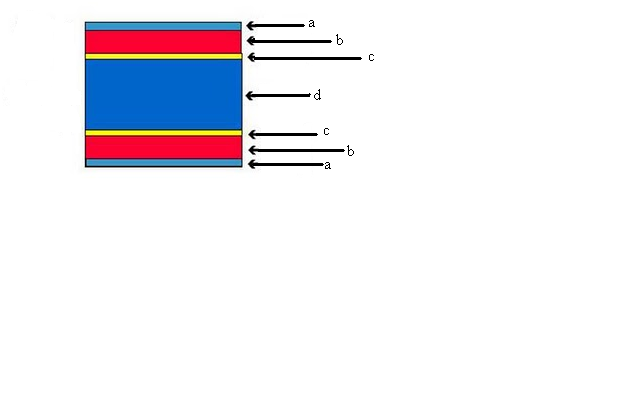
**2.2 Film Radiografi**

2.2.1. Pengertian

Pengertian film *radiografi* menurut 2 pendapat yaitu

* + 1. Menurut Ball and Price (1990) *film radiografi* adalah suatu 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 *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.
    1. Karakteristik Film

Sebuah film radiografi memiliki *karakteristik* fisik dan *karaktristik fotografik*. *Karakteristik* fisik bisa dilihat dari strukturnya, *speednya* dan yang lainnya. Sedangkan *karakteristik fotografik* film radiografi terdiridari : Kontras film, kecepatan atau *speed film*, resolusi film, dan *latitude film.*

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. Kecepatan 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 dalam film. Bila butiran berukuran besar akan menghasilkan resolusi yang rendah dan sebaliknya jika butiran berukuran kecil maka akan menghasilkan resolusi yang tinggi.

1. *Latitude Film*

Merupakan respon film terhadap suatu renta eksposi dalam menghasilkan 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. *Curved 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 *Bromida*. Atom *Bromida* 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 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 *Agentum*  akan membentuk pola pada film radiograf menjadi gambar *latent* (*latent image*). Setelah bayangan *laten*t 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 trbntuk 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 mereaksi *Agentum Bromida* 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 *argentum 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 *Agentum Bromida* 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*. Bila sisa-sisa *developer* masuk ke *fixer* maka yang terjadi :

* 1. Keasaman *fixer* akan menurun sehingga cepat lemah.
  2. Pembangkit bayangan masih berlanjut di *fixer* sehingga menimbulkan *Dichroic Fog* (noda berwarna pink pada foto dan berwarna biru atau hijau bila dilihat melalui cahaya).
  3. 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 permanen 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 tidak 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, Contras,* 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 ke film (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 2.2 Radiografi dengan kontras tinggi dan kontras rendah.

(Nadya Ulfah 2003)

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.

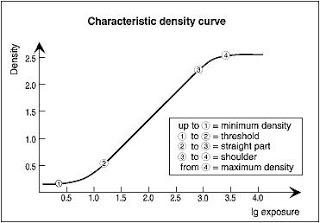
* 1. Detail

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 2.3 Kurva Karakteristik (Nadya Ulfah 2003)

* + 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. Cara Membuat *Kurva Karakteristik* (Ball and Price, 1990)
   1. *Mengekspo*s dan pengolahan film
   2. Mengukur *densitas* yang dihasilkan.
   3. Menerapkan hasil pengukuran pada kurva.
      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 disebut juga densitas 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. Desitas yang masih dapat di nilai oleh mata yaitu sekitar 0,5 sampai 2,5

* 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 menghasilkan 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 di 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 sistem 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 rontgen 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 *laten* menjadi 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*. S*afelight* 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. 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 2.4 Densitometer (Nadya Ulfah 2003)

1. *Stepwedge*

Stepwedge merupakan alat bantu dalam proses s*ensitometri* yang terbuat dari bahan alumunium yang mempunyai ketebalan yan berbeda. Ketebalan ini di buat dimaksudkan untuk mengetahui perbedaan *densitas* pada film yang di *ekpose.*



Gambar 2.5 Stepwedge (Nadya Ulfah 2003)

* + 1. Langkah-lagkah *Sensitometri*
  1. Prosedur Penelitian
     1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam pelaksanaan penelitian seperti film konvensional, *densitometer, stepwedge*, *automatic processing* dan alat tulis.
     2. Letakan *stepwedge* di atas film.l
     3. Atur sentrasi pada pertengahan *stepwedg*
     4. Buat kali eksposi engan kV dan mAs yang sama
     5. Tiap kali e*ksposi*, bagian yang tidak inin terkena *eksposi* di tutup dengan menggunakan timbal.
     6. Setelah di *ekspose* kemudian film diproses di kamar gelap.
     7. Setelah kering, film diukur densitasya menggunakan *densitometer,* dengan mengambil 3 titik ukur tiap stepnya kemudian di rata-ratakan.
     8. Setelah di ukur dan di rata-ratakan kemudian masukan pada tabel dengan sumbu horizontal merupakan step.
     9. Plotting kurva.
  2. Prosedur Penggunaan *Densitometri*
     1. Hubungkan arus Listrik dengan *Power supply*
     2. Tekan tombol “ON” pada *densitometer*
     3. Setelah itu lakukan kalibrasi dengan cara menekan tangkai sensor sehingga optikal sensor menempel pada *aperture* (lubang) dari badan densitometer kmudian menahannya degan jari tangan sampai display menunjukn angka 0.00.
     4. Untuk memperoleh nilai densitas pada setiap pengukuran dilakuka dengan menempatkan film pada badan densitometer sehingga cahaya yang keluar dari badan densitometer mengenai pada film yang akan di ukur.