# BAB II
# DASAR TEORI

## 2.1 Film Radiograf

Radiograf atau film roentgen sangat peka terhadap cahaya dan memberikan kontras obyektif yang sangat baik dengan kabut atau gambaran perselubungan yang minimal. Kualitas film roentgen mempengaruhi kualitas kontras yang dihasilkan. Apabila film roentgen disimpan terlalu lama (lebih dari sembilan bulan) walau belum mencapai *expired-date*-nya, kualitas kontras subyektif yang dihasilkan akan menurun dan kemungkinan pembentukan kabut meningkat (Hoxter, Erwin A,1973). Susunan film radiograf Roentgen adalah Film dasar, lapisan perekat, lapisan emulsi dan pelindung.

### 2.1.1 Film dasar

Lapisan ini berfungsi sebagai penyangga atau pondasi dasar antara emulsi film dan lapisan lainnya sehingga harus memiliki karakter antara lain transparan, fleksibel, tipis dan kuat, bentuknya stabil.

Lapisan dasar ini memiliki dua fungsi yaitu :

1. Untuk memberikan penahan atau pengganjal bagi lapisan emulsi.
2. Untuk mentransmisikan cahaya sehingga suatu gambaran dapat dilihat.

### 2.1.2 Lapisan perekat (*substratum layer/adhesive*).

Diantara lapisan dasar dan emulsi diperlukan juga suatu bahan perekat agar emulsi melekat pada base dengan baik dan kuat, mencegah adanya celah dari

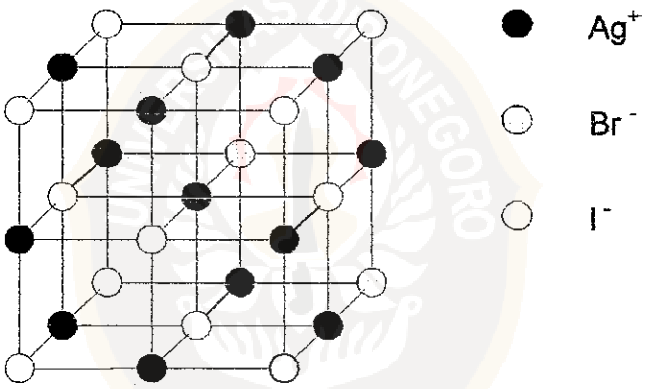


This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. ( http://eprints.undip.ac.id)

emulsi dan base, sehingga emulsi tidak lepas selama berlangsungnya pencucian Lapisan perekat ini terbuat dari selulosa, gelatin dan aseton.

### 2.1.3 Lapisan emulsi

Lapisan emusi Merupakan lapisan terpenting dari film karena disinilah terjadi proses pencatatan bayangan yang mempunyai ketebalan 0,025 mm. Bahan emulsi terdiri dari campuran gelatin dengan perak halida yang merupakan *"metalic crystaline"* yang terbentuk oleh reaksi perak (Ag) dengan salah satu kelompok halogen (Derick dkk,1988). Struktur kristal lapisan emulsi film disajikan dalam gambar berikut ini :




Gambar 2.1 Struktur kristal lapisan emulsi film

### 2.1.4 Lapisan pelindung (*supercoating*)

Lapisan pelindung merupakam suatu lapisan tipis yang memiliki ketebalan 0,01 mm. Biasanya terdiri dari campuran selulosa dan gelatin, sehingga permukaan film menjadi licin (Curry dkk,1990). Lapisan pelindung ini mempunyai dua fungsi utama yaitu : sebagai pelindung emulsi dari penekanan

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. ( http://eprints.undip.ac.id)

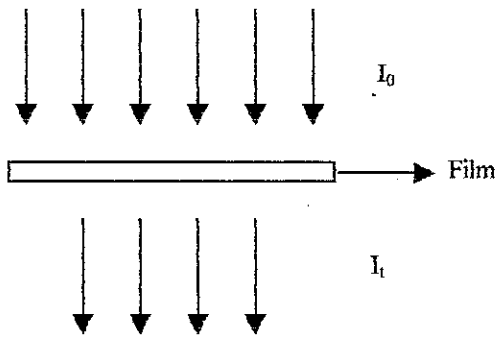
cahaya, dan sebagai pencegah debu agar tidak menempel pada permukaan emulsi (Ball,1990).

## 2.2 Kualitas radiograf

Kualitas radiograf yang baik sangat diperlukan untuk membantu menegakkan diagnosa suatu penyakit. Kualitas radiograf dapat didefinisikan sebagai kemampuan radiograf untuk menghasilkan pola gambar dari sinar-X yang melalui obyek (Chesney *dkk*,1981). Suatu radiograf dikatakan memiliki kualitas yang baik apabila menghasilkan gambaran yang tepat, tanpa penambahan, pengurangan dan pengubahan bentuk bayangan. Faktor yang menentukan dalam penilaian kualitas radiograf antara lain densitas, kontras, ketajaman dan detail.

### 2.2.1 Densitas

Densitas merupakan sebagai jumlah atau derajat penghitaman dari film yang disebabkan oleh sejumlah penyinaran. Apabila film dipapari radiasi maka intensitas cahaya yang diteruskan setelah melewati film akan berkurang karena terserap oleh logam perak yang terbentuk pada lapisan emulsi film. Semakin banyak cahaya yang diserap intensitas cahaya yang diteruskan semakin berkurang.




Gambar 2.2 Ilustrasi pengukuran densitas radiograf

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. ( http://eprints.undip.ac.id)

Nisba antara intensitas cahaya sebelum mengenai film ($I_0$) dengan intensitas cahaya setelah menembus film ($I_t$) didefinisikan sebagai densitas film. Karena nilai nisba pada umumnya besar maka digunakan logaritma, sehingga densitas film dapat dirumuskan dalam persamaan sebagai berikut (Meredith dkk,1977):

$$D = \text{Log}\ \frac{Io}{It} \tag{2.1}$$

dengan D adalah densitas, $I_0$ adalah intensitas radiasi sinar-X datang, $I_t$ adalah radiasi sinar-X yang diteruskan ke film.

Densitas yang digunakan dalam diagnostik berkisar antara 0,2 sampai 2,0.

### 2.2.2 Kontras

Merupakan perbedaan derajat kehitaman antara bagian-bagian yang membentuk gambar. Radiograf dikatakan memiliki kontras yang baik apabila bagian yang satu dengan bagian yang lain dapat dibedakan. Secara garis besar kontras dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu :

1. Kontras obyektif adalah kontras yang sebenarnya dan dapat diukur dengan alat densitometer dalam bentuk angka. Yang termasuk dalam kontras obyektif adalah kontras radiasi yaitu perbedaan intensitas radiasi yang diteruskan ke film yang disebabkan oleh perbedaan daya serap bahan terhadap sinar-X dalam memberikan perbedan penghitaman. Kontras film biasa dinyatakan sebagai gradien rata-rata dalam kurva karakteristik film. Serta kontras radiograf adalah perbedaan penghitaman dari dua daerah yang berbeda. Perbedaan densitas dapat diukur dengan densitometer. Untuk memenuhi nilai kontras yaitu dengan mengurangi nilai densitas yang besar dengan densitas

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. ( http://eprints.undip.ac.id)

yang kecil. Hasilnya merupakan kontras radiograf yang dapat di rumuskan sebagai berikut:

$$C = D_2 - D_1 \quad (2.2)$$

denganC adalah kontras radiograf, $D_1$ adalah densitas yang kecil, $D_2$ adalah densitas yang besar.

2. Kontras subyektif yaitu kontras yang dipengaruhi oleh kondisi penglihatan pada masing -masing individu dimana pada masing-masing individu akan berbeda pula bila kondisi penglihatan berbeda. Kontras subyektif tidak dapat dinilai dalam bentuk angka.

Kontras radiografi tergantung pada kontras organ yang diperiksa dan kontras film. Kontras organ yang diperiksa dipengaruhi oleh ketebalan. densitas dan perbedaan atom yang diperiksa, energi radiasi dan material kontras, sedangkan kontras film tergantung pada faktor karakteristik film, pemakaian lembar penguat (*intensifiying screen*) dan pemrosesan film (Curry dkk,1990).

### 2.2.3 Ketajaman

Ketajaman merupakan lebar batas antara dua daerah yang memiliki derajat densitas berbeda. Suatu radiograf dikatakan memiliki ketajaman yang tinggi bila lebar batas antara dua daerah berlainan adalah sempit. Kualitas radiograf baik bila memiliki ketajaman yang tinggi, tetapi kebalikannya apabila ketajamannya rendah maka kualitas radiograf menjadi rendah.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. ( http://eprints.undip.ac.id)

### 2.2.4 Detail

Detail radiograf menggambarkan ketajaman dari struktur-struktur kecil pada radiograf. Dengan detail yang baik, bagian yang terkecil dari anatomi akan tampak jelas (Bushong *dkk*,1988). Detail gambar tergantung dari tingkat ketajaman detail dan kontras artinya apabila detail tidak tajam dengan menaikkan kontras maka detail dapat ditinggalkan sebaliknya bila diperoleh detail yang tajam dan kontras yang kecil maka akan mempunyai detail yang baik.

## 2.3. Proses Terbentuknya Bayangan Laten

Yang dimaksud dengan bayangan laten adalah bayangan yang dihasilkan oleh emulsi film setelah mendapatkan penyinaran tetapi belum dilakukan proses pembangkitan atau bayangan yang sudah terbentuk tapi belum terlihat. Banyaknya foton sinar-X yang mengenai film berbeda-beda tergantung pada penyerapan tubuh pasien sehingga akan terbentuk pola bayangan pada film yang akan terlihat bila sudah melalui proses pengolahan film (Meredith dkk, 1977).

Menurut teori Gurney-Mott ada lima tahap sampai terbentuknya bayangan laten (Derick,1988). Pada saat senyawa perak bromida terpapari radiasi sinar-X menyebabkan ikatan antara perak dan bromida terputus. Beberapa ion bromida melepaskan elektron, kemudian elektron yang dilepaskan oleh ion bromida mampu bergerak dengan kecepatan tinggi menuju daerah sensitif emulsi dan ditarik oleh pusat pembentukan bayangan (tahap 1). Elektron ini akan menarik ion perak sehingga terjadi netralisasi dan terbentuk atom perak (tahap 2). Atom perak yang terbentuk belum stabil dan mudah sekali terjadi kembali pelepasan elektron (tahap 3), sehingga proses 1 dan 2 akan terulang lagi pada

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. ( http://eprints.undip.ac.id)

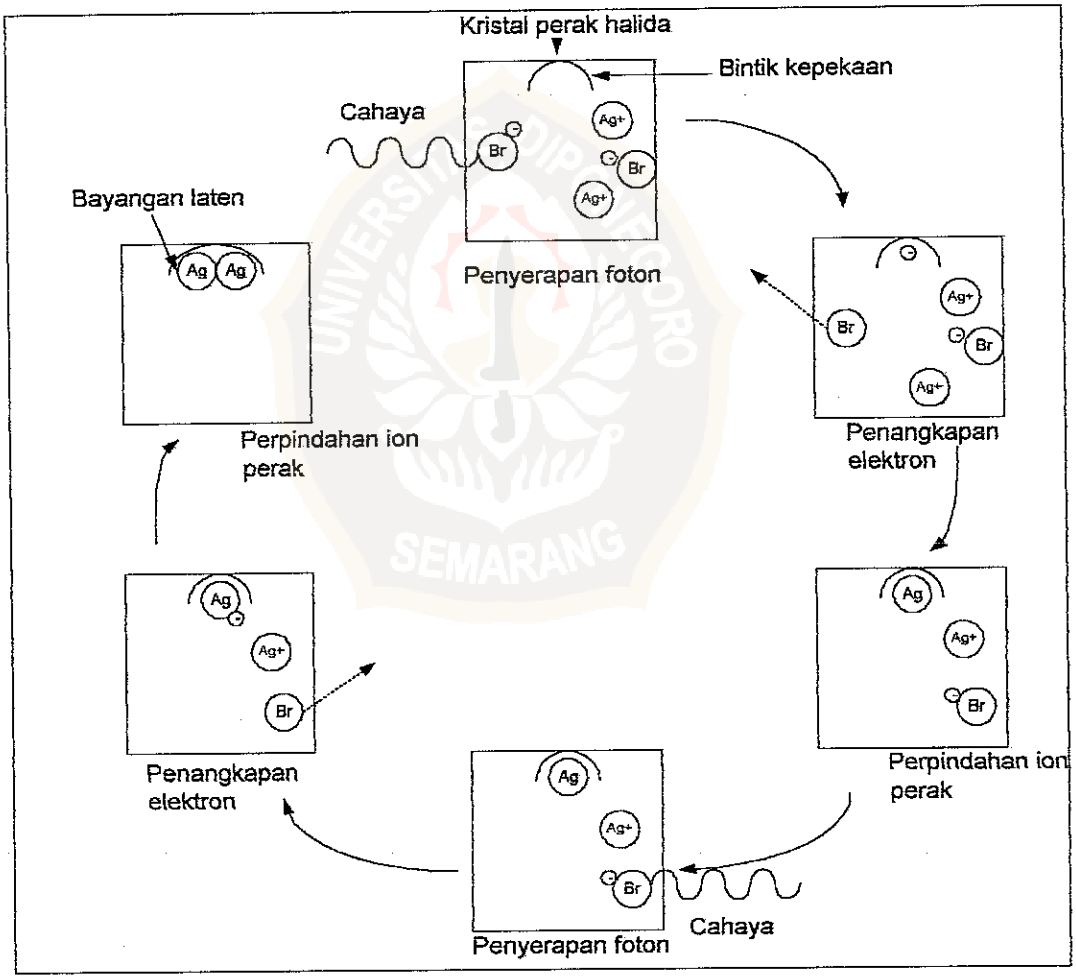
waktu yang tertentu. Pusat pembentukan bayangan akan menarik ion perak yang kedua sehingga akan terbentuk beberapa atom perak yang stabil pada pusat pembentukan bayangan yang merupakan bayangan laten. Proses ini dapat ditulis sebagai berikut (Chesney,1981);

$$AgBr + \text{radiasi} \longrightarrow Ag^{+} + Br^{-} \quad (R.1) \qquad (2.3)$$

$$Br^{-} + \text{radiasi} \longrightarrow Br + e \quad (R.2) \qquad (2.4)$$

$$Ag^{+} + e \longrightarrow Ag \quad (R.3) \qquad (2.5)$$

Gambar bayangan laten menurut Gurney-Mott:




Gambar 2.3 Terbentuknya bayangan latent menurut Gurney-Mott

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. ( http://eprints.undip.ac.id)

## 2.4 Pemrosesan Film

Pemrosesan film dilakukan di kamar gelap yang melalui beberapa tahap yaitu: pembangkitan, pembilasan, penetapan, pembilasan terakhir dan pengeringan yang bertujuan mengubah bayangan laten menjadi bayangan nyata yang dapat dilihat oleh mata.

### 2.4.1 Kamar Gelap

Pengolahan film sangat mempengaruhi kualitas gambar roentgen. Oleh sebab itu, kamar gelap hendaknya dipandang sebagai ruang kerja yang sangat penting dan hendaknya terletak di tengah-tengah supaya mudah dicapai yang hendaknya diatur dengan berpedoman pada pandangan sebagai berikut: Ukuran kamar gelap harus ditentukan menurut kapasitas bagian roentgen dan beban kerja harian, terlindung dari cahaya matahari dan cahaya-cahaya dari ruangan di sebelahnya, proteksi radiasi harus terjamin bagi pekerja di kamar gelap, ventilasi yang cukup, pengaturan udara untuk mempertahankan suhu cairan yang tetap, persediaan air yang cukup dan pembuangan air yang efesien.

Kamar gelap terdiri dari dua bagian yang terpisah yaitu: ruang kerja kering dan ruang kerja basa. Ruang kerja kering disediakan untuk mengisi dan mengeluarkan film, pemasangan film pada hanger, pencatatan nama , nomor, dan sebagainya.Ruang kerja basah diperuntukkan bagi pekerjaan pengolahan film, yaitu: pembangkitan, pembilasan, penetapan, pembilasan terakhir dan pengeringan.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. ( http://eprints.undip.ac.id)

### 2.4.2 Pembangkitan

Tahap pembangkitan merupakan tahap awal pengolahan film di kamar gelap dengan memperhatikan beberapa kondisi tertentu yang dapat mempengaruhi kualitas radiograf dalam pembangkitan yaitu :

1. Suhu dan waktu

   Suhu larutan *developer* berpengaruh terhadap hasil akhir dalam pemrosesan film. Suhu larutan *developer* yang tinggi menghasilkan pengukuran densitas film yang tinggi.

2. Agitasi

   Agitasi atau pengadukan bertujuan agar film mendapat perlakuan yang sama dari larutan developer sehingga mempercepat pemrosesan film.

3. Derajat keasaman larutan pembangkit

   Derajat keasaman yang kita kenal dengan pH adalah suatu ukuran untuk menentukan derajat asam atau basa suatu larutan. Dasar perhitungannya yaitu berasal dari konsentrasi muatan ion hidrogen ($H^+$) di dalam larutan. Air dengan rumus kimia $H_20$ merupakan larutan netral dimana akan terionisasi menjadi ion hidrogen ($H^+$) dan ion hidroksil ($OH^-$).

$$H_2O \longrightarrow H^+ + OH^- \qquad (2.6)$$

   Dimana untuk masing-masing konsentrasi muatan ion dinyatakan dalam bentuk mol/L. Karena air mempunyai derajat keasaman netral, maka perkalian antara antar konsentrasi $H^+$ ($[H^+]$) dan konsentrasi $OH^-$ ($[OH^-]$) adalah konstan, yang masing-masing mempunyai konsentrasi $10^{-7}$ gram ion per liter. Dimana tanda

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. ( http://eprints.undip.ac.id)

kurung menunjukkan konsentrasi larutan dalam mol/L, sehingga didapatkan persamaan sebagai berikut :

$$[H^+] \times [OH^-] = 10^{-7} \times 10^{-7} = 10^{-14} \quad (2.7)$$

Bila suatu larutan dinyatakan asam, maka konsentrasi ion hidrogen bertambah besar (lebih besar $10^{-7}$) dan konsentrasi ion hidroksil menurun dengan serentak, sebaliknya jika konsentrasi ion hidrogen lebih kecil dari $10^{-7}$, larutan akan basa, pH suatu larutan dinyatakan dengan logaritma negatif dari konsentrasi larutannya :

$$pH = -\text{Log } [H^+] \quad (2.8)$$

$$pOH = -\text{Log } [OH^-] \quad (2.9)$$

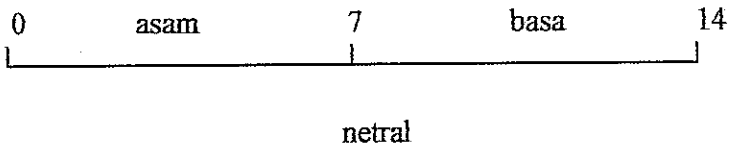
Sehingga bisa disimpulkan :

$[H^+] > [OH^-]$ larutan asam (2.10)

$[H^+] < [OH^-]$ larutan basa (2.11)

$[H^+] = [OH^-]$ larutan netral (2.12)

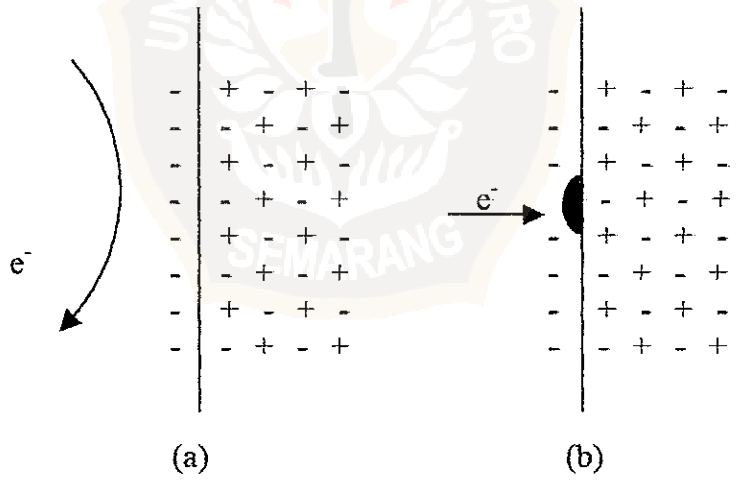
Dalam bentuk angka dapat dinyatakan :




Gambar 2.4 skala pH

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. ( http://eprints.undip.ac.id)

Pada pembangkitan ini bertujuan untuk mereduksi perak bromida menjadi perak metalik pada film yang terekspos sedangkan untuk film yang tidak mendapatkan eksposi akan direduksi tetapi daya reduksinya lebih lambat dari pada film yang mendapatkan eksposi, sehingga lebih tepat apabila tujuan pembangkitan adalah mereduksi butir-butir perak bromida yang terkena ekspos. Terjadinya perubahan ini dikarenakan larutan pembangkit memberikan elektron pada kristal, sehingga terjadi perubahan ion-ion perak ($Ag^+$) menjadi atom perak (Ag). Perubahan tiap-tiap ion perak disertai dengan pembebasan atom Br yang telah menyatu dengan gelatin ( dalam proses pembentukan bayangan laten) ke dalam larutan pembangkit, hal ini menyebabkan konsentrasi bromida dalam pembangkit akan bertambah.




Gambar 2.5 (a) : Kristal perak halida yang tidak tereksposi
(b) : Kristal perak halida yang tereksposi

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. ( http://eprints.undip.ac.id)

Dari gambar 2.5 dapat kita lihat pada kristal perak halida yang tidak terekspos (a) terdapat ion-ion negatif pada seluruh permukaannya sedangkan pada kristal perak halida yang terekspos (b) juga terdapat ion negatif pada seluruh permukaannya kecuali pada atom Ag. Pada kristal yang tidak mendapatkan ekspos akan sulit ditembus oleh larutan pembangkit sehingga tidak terjadi proses pembangkitan. Pada kristal yang terekspos larutan pembangkit akan menembus melalui atom Ag dan mereduksi ion perak menjadi perak metalik. Secara umum pembangkitan dapat dirumuskan sebagi berikut:

$$AgBr + e^- \longrightarrow Ag^+ + Br^- \qquad (2.13)$$

Karena elektron-elektron diberikan oleh devoleper maka dapat di rumuskan sebagi berikut :

$$AgBr + (dev) \longrightarrow Ag^+ + (dev.\ Oks) + HBr \qquad (2.14)$$

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Perak Bromida | developing agent | | perak | hasil oks dev agent | asam bromida |

Pada proses pengembangan bayangan laten menjadi bayangan nyata yamg menurut Meredith dan Massey (1977) adalah karena adanya perintang elektron pada AgBr yang tidak terkena ekspose, akan menolak elektron dari bahan pengembang sehingga tidak ada efek perubahan. Pada kristal AgBr yang mempunyai bayangan laten terdapat tumpukan Ag yang menyebabkan perintang retak dari bagian yang retak inilah elektron dari larutan pengembang menembus ke dalam kristal dan mereduksi ion Ag menjadi atom Ag.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. ( http://eprints.undip.ac.id)

Larutan pembangkit yang sering digunakan dalam proses pengembangan bayangan laten menjadi bayangan nyata keaktifannya akan menurun apabila pHnya menurun. Hal ini disebabkan karena terjadinya oksidasi dengan oksigen yang ada disekitar larutan pembangkit, adanya *"COR" ( Carry Over Rate*), dan reaksi terhadap butir-butir perak bromida. Agar hal tersebut terjadi seminimal mungkin, maka volume larutan dalam tangki dijaga agar tetap, senantiasa dalam keadaan tertutup, dan penambahan *replenisher* yaitu pemeliharaan jumlah cairan dengan memelihara jumlah keaktifan dari cairan pembangkit (Chesney dan Chesney,1971).

Jenis larutan pembangkit dari segi keaktifannya yang biasa digunakan dalam pengembangan bayangan laten menjadi bayangan nyata yang dapat dilihat oleh mata yaitu :

1. Larutan pembangkit umum *(reguler developer)*

   Larutan pemangkit ini akan menghasilkan kontras normal dan kontras yang tinggi pada waktu pembangkitan 4 menit dengan suhu $20^0$C. Larutan pembangkit ini menggunakan sodium karbonat sebagi alkali yang keaktifan atau potensial pembangkitannya dalam taraf sedang (rata-rata).

2. Larutan pemangkit cepat *(Rapid processing)*

   Larutan pembangkit ini digunakan untuk membangkitkan film di kamar bedah, sehingga larutan pembangkit ini khusus dirancang dengan kecepatan yang tinggi dan mempunyai pH lebih tinggi dari pada pembangkit lainnya. Larutan pembangkit ini menghasilkan kontras lebih rendah, fog level yang tinggi, dan toleransi larutan yang kurang. Keaktifan larutan ini lebih tinggi dari pada

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. ( http://eprints.undip.ac.id)

larutan *reguler developer* karena menggunakan bahan kimia sodium metaborat disamping sodium hidroksida sebagai alkali yang menembus emulsi film dengan cepat. Sehingga akan lebih cepat membangkitkan bayangan laten walaupun kontras yang dihasilkan rendah karena fog level yang tinggi.

3. Larutan pembangkit otomatis

   Larutan pembangkit ini berbeda dengan larutan pembangkit yang digunakan secara manual. Larutan pembangkit ini mempunyai suhu yang lebih tinggi, waktu pembangkitan yang lebih pendek, dan agitasi film yang terus menerus yang berjalan secara otomatis. Kombinasi larutan yang sering digunakan adalah *PQ developer* (*phenidhone-hydroquinone*).

Larutan *developer* tersebut terdiri dari beberapa komponen :

1. Bahan pembangkit (*developing agent*)

   Pembangkit berfungsi untuk mereduksi peak bromidayang terpapari menjadi perak metalik. Pada proses pembangkitan film sebagai bahan pereduksi adalah kombinasi Methol ($C_6H_4$ -(OH) ($NCH_3$)) dan Hydroquinone ($C_6H_4(OH)_2$.

2. Pengaktif (*Accelerator*)

   Bahan pengaktif yang digunakan adalah Natrium carbonat ($Na_2CO_3$) yang berfungsi untuk membantu mengaktifkan *developing agent*

3. Penangkal (*Preservative*)

   Bahan penangkal yang digunakan adalah Natrium sulfit ($Na_2SO_4$) yang berfungsi untuk melindungi *developing agent* dari oksidasi

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. ( http://eprints.undip.ac.id)

4. Penahan (*Restrainer*)

Bahan penahan yang digunakan adalah Kalium bromida (KBr) yang berfungsi untuk membatasai daya kerja *developing agent* terutama tehadap kristal bromida yang tidak terkena paparan.

5. Pelarut (*Solvent*)

Sebagai pelarut digunakan air

Menurut Longmore (1955) komposisi *developer* secara umum adalah :

1. Hydroquinon ..... 8 gram
2. Metol ..... 2 gram
3. Accelerator ..... 120 gram
4. Preservative ..... 180 gram
5. Restrainer ..... 5 gram
6. Solvent ..... 1000 gram

### 2.4.3 *Stopbath*

Setelah selesai proses pembangkitan, film diangkat dari larutan *developer* kemudian dimasukkan ke dalam larutan *stopbath*. Larutan *stopbath* berfungsi untuk menghentikan reaksi larutan *developer* yang masih melekat pada film. Bahan yang digunakan adalah asam asetat. Bila proses ini diabaikan maka akan dihasilkan noda-noda pada film sehingga dapat merusak bayangan yang telah terbentuk (Chesney dan Chesney,1978).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. ( http://eprints.undip.ac.id)

### 2.4.4 Penetapan (*fixing*)

*Fixer* adalah penetap kristal-kristal film agar film tidak sensitif lagi terhadap cahaya. Sebagai fixing agent digunakan natrium thiosulphate berfungsi menghentikan proses pengembangan sinar-X dan membeningkan daerah film yang tidak terdapat gambaran laten.

### 2.4.5 Proses pembilasan terakhir

Proses ini dilakukan di dalam bak dengan air yang mengalir untuk menghilangkan larutan fixer yang masih melekat pada film yang dapat menimbulkan noda kuning kecoklatan yang akan menganggu pengukuran densitas film.

### 2.4.6 Pengeringan film

Pengeringan film hendaknya dilakukan di kamar yang bebas debu, utau dengan menggunakan mesin pengering film yang dibuat khusus untuk pengeringan film (Hoxter, Erwin A, 1973).

## 2.5 *Stepwedge*

Merupakan benda berbentuk kotak bertingkat terbuat dari aluminium mempunyai ketebalan 2 mm pada yang paling tipis , bertambah 2 mm pada step berikutnya pada setiap tingkat sampai step yang paling tebal untuk mengetahui intensitas radiasi yang ditransmisikan ke film atau variasi intensitas radiasi yang ditransmisikan ke film (Bushong, 1988).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. ( http://eprints.undip.ac.id)