KODE : **PP-5-1-057**

362/Bidang Kesehatan Umum Lain yang Belum Tercantum

Proposal Penelitian Bagi Dosen Pemula

Judul :

OPTIMASI CITRA CR DAN LIMITASI DOSIS DENGAN PENGATURAN KOLIMASI PADA RADIOGRAF SERVIKAL

Peneliti Utama :

AGUSTINA DWI PRASTANTI, S.ST, M.Si

Anggota :

1. BAGUS ABIMANYU, S.Si, M.Pd
2. ANDREY NINO K, S.ST, M.ENG

Jurusan :

TEKNIK RADIODIAGNOSTIK DAN RADIOTERAPI

Program Studi :

D-III TEKNIK RADIODIAGNOSTIK DAN RADIOTERAPI SEMARANG

2020

HALAMAN PENGESAHAN PROPOSAL PENELITIAN DOSEN PEMULA

Judul	: **OPTIMASI CITRA CR DAN LIMITASI DOSIS DENGAN PENGATURAN KOLIMASI PADA RADIOGRAF SERVIKAL**
Peneliti Utama	
Nama Lengkap	: AGUSTINA DWI PRASTANTI, S.ST, M.Si
NIP	: 198308292008012003
Jabatan Fungsional	: ASISTEN AHLI
Program Studi	: D-III TEKNIK RADIODIAGNOSTIK DAN RADIOTERAPI SEMARANG
Nomor HP	: 085647066889
Alamat surel (e-mail)	: tina.atrodepkes17@gmail.com
Anggota (1)	
Nama Lengkap	: BAGUS ABIMANYU, S.Si, M.Pd
NIP	: 196509081988031002
Program Studi	: D-IV TEKNIK RADIOLOGI
Anggota (2)	
Nama Lengkap	: ANDREY NINO KURNIAWAN, S.ST, M.ENG
NIP	: 198208012005011001
Program Studi	: D-IV TEKNIK RADIOLOGI
Skema Penelitian	: PENELITIAN DOSEN PEMULA
Tahun Pelaksanaan	: 2020

Semarang, Januari 2020

Mengetahui,
Ketua Sub. UPPM
Jurusan/Perwakilan Jurusan

(SRI MULYATI, S.SI, MT)
NIP. 197905282003122002

Ketua Peneliti,

(AGUSTINA DWI PRASTANTI, S.ST, M.Si)
NIP. 198308292008012003

Menyetujui,
Ketua Jurusan

(FATIMAH. S.ST, M.KES)
NIP. 197505231998032003

DAFTAR ISI

Halaman Judul i
Halaman Pengesahan ii
Daftar Isi iii
Ringkasan iv
BAB I PENDAHULUAN
A. Latar Belakang..... 1
B. Rumusan Masalah..... 3
C. Tujuan Riset..... 3
D. Manfaat Riset..... 3
E. Keaslian Penelitian..... 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA
A. Landasan Teori..... 5
B. Kerangka Teori..... 29
BAB III METODE PENELITIAN
A. Rancangan Penelitian..... 30
B. Variabel Penelitian..... 30
C. Kerangka Konsep..... 30
D. Definisi Operasional..... 31
E. Instrumen Penelitian..... 32
F. Langkah-langkah Penelitian..... 33
G. Pengolahan dan Analisis Data..... 33
BAB IV BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN
A. Anggaran biaya..... 35
B. Jadwal kegiatan penelitian..... 36

Daftar Pustaka
Lampiran

RINGKASAN PENELITIAN

Computer Radiografi (CR) merupakan salah satu unit pencitraan di instalasi radiologi yang semakin banyak penggunaannya dimana prosesing filmnya secara digital menggantikan sistem radiografi konvensional yang masih menggunakan prosesing film secara manual. Harapannya, Sumber Daya manusia yang dimiliki mampu baik secara keahlian maupun keilmuan dalam pengoperasionalan alat, termasuk juga mengenal kontrol kualitas pada citra yang dihasilkan oleh Imaging Plate (IP) pada CR. Penelitian ini didasarkan pada pengamatan di pelayanan radiologi, sering dijumpai kebiasaan Radiografer membuka lebar kolimasi seluas ukuran *imaging plate* karena takut terpotong. Hal tersebut dilakukan karena didukung dengan adnya fasilitas *cropping image* pada CR. Jadi adanya kebiasaan membuka lebar kolimasi seluas *imaging plate* seringkali dilakukan dengan asumsi lebih baik dilebarkan kolimasinya daripada terpotong obyeknya toh nanti dapat dilakukan *cropping image* saat *image processing* dengan CR. Jelas hal ini akan menambah dosis radiasi pada pasien dengan mengabaikan asas limitasi. Padahal menurut ICRP (2007), keselamatan pasien harus mengacu pada prinsip proteksi radiasi ALARA (*As Low As Reasonably Achieveble*) yaitu dengan waktu sesingkat mungkin untuk mendapatkan radiograf yang berkualitas dan pasien menerima paparan radiasi serendah mungkin. Pada penelitian ini nantinya akan dilakukan variasi luas lapangan radiasi (kolimasi) yang akan digunakan pada pemeriksaan servikal kaitannya dengan organ tiroid yang sensitif terhadap radiasi. Sehingga menghasilkan citra servikal yang optimal dengan dosis radiasi yang minimal. Dari beberapa citra yang dihasilkan akan dilakukan pengukuran kontras dengan cara penghitungan Densitas Optik pada setiap citra. Dan juga pengamatan terhadap timbulnya noise pada radiograf. Dari hasil penelitian ini akan didapatkan perbedaan kualitas radiograf pada berbagai luas kolimasi. Harapannya jika ada suatu perbedaan kualitas radiograf dengan variasi kolimasi akan menambah informasi bagi Radiografer dalam melakukan pengaturan kolimasi yang tepat untuk tetap mempertahankan kualitas citra secara optimal tanpa menambah dosis radiasi pada pasien.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pemeriksaan radiografi saat ini sudah menggunakan teknologi digital, dimana salah satunya untuk *image reader* dan *image processing* nya menggunakan modalitas *Computed Radiography* (CR). *Computed radiography* (CR) menggunakan peralatan yang sangat mirip dengan radiografi konvensional kecuali bahwa *Computed Radiography* menggunakan *Imaging Plate* (IP) yang terbuat dari fosfor daripada film. Dalam kata lain *Computed Radiography* adalah proses digitalisasi gambar yang menggunakan lembar atau *photostimulable plate* untuk akusisi data gambar. Penggunaan CR lebih menguntungkan dibandingkan system *film-screen* karena memiliki akuisisi dan *image processing* yang lebih cepat, rentang dinamik *range* yang lebar, kemudahan pengaturan kontras, *brightness*, dan *electronic cropping.* CR akan menghasilkan sebuah citra dengan *exposure index* sebagai *feedback* bagi seorang radiografer. Secara umum istilah ini lebih dikenal sebagai *exposure index* (EI) (Kodak dan Phillips), *S-value* (Fuji) dan LgM *value* (Agfa), dimana istilah generiknya semuanya biasa disebut *exposure index* (Baker, M., 2012 34-37).

Exposure Index (IE) merupakan ukuran dari jumlah paparan yang diterima oleh reseptor citra *(image reseptor)* (Bontrager&Lampignano, 2005, p. 52). *Exposure Index* pada setiap pabrikan telah mengeluarkan rentang bagi tiap-tiap jenis pemeriksaan, Tentu saja ada faktor yang mempengaruhi pada eksposure index itu sendiri. Pada CR fuji misalnya, pada Fuji *service manual* disebutkan ada beberapa faktor yang mempengaruhi nilai S, seperti *scatter*, jarak, kolimasi, pemeriksaan yang dipilih, dan *delay time processing*. Pada literatur lainnya disebutkan faktor yang mempengaruhi *Exposure Index* tergantung pada mAs, total luas detektor yang disinari dan atenuasi (Bontrager&Lampignano, 2005, p. 52). IE dalam digital radiografi digunakan sebagai indikator relatif terhadap *speed* dan sensitivitas sebuah reseptor digital yang dikenai sinar-X dan idealnya sebagai *feedback* bagi radiografer dalam mengupayakan sebuah hasil citra yang optimal dengan dosis yang rendah bagi pasien. Usaha standarisasi IE untuk sistem detektor digital radiografi diinisiasi oleh *International*

Electrotechnical Commission (IEC) dan *American Association of Physics in Medicine* (AAPM).

Index dideskripsikan sebagai hal yang penting untuk mengontrol kualitas citra dan menjaga dosis pasien seminimal mungkin, meskipun banyak faktor yang mempengaruhi seperti faktor eksposi dan kolimasi. Kualitas radiograf merupakan kemampuan radiograf untuk menghasilkan kejelasan gambaran struktur anatomi yang baik pada sebuah radiograf. Kualitas radiograf yang tinggi diperlukan untuk menentukan diagnose klinis yang tepat oleh seorang dokter spesialis radiologi (Strauss, 2012).

Berdasarkan pengamatan di pelayanan radiologi, sering dijumpai kebiasaan Radiografer membuka lebar kolimasi seluas ukuran *imaging plate* karena takut terpotong. Hal tersebut dilakukan karena didukung dengan adnya fasilitas *cropping image* pada CR. Jadi adanya kebiasaan membuka lebar kolimasi seluas *imaging plate* seringkali dilakukan dengan asumsi lebih baik dilebarkan kolimasinya daripada terpotong obyeknya toh nanti dapat dilakukan *cropping image* saat *image processing* dengan CR. Jelas hal ini akan menambah dosis radiasi pada pasien dengan mengabaikan asas limitasi. Padahal menurut ICRP (2007), keselamatan pasien harus mengacu pada prinsip proteksi radiasi ALARA (*As Low As Reasonably Achieveble*) yaitu dengan waktu sesingkat mungkin untuk mendapatkan radiograf yang berkualitas dan pasien menerima paparan radiasi serendah mungkin.

Jika hal ini dilakukan pada obyek servikal maka akan sangat berpengaruh pada paparan yang diterima, terutama pada obyek servikal dimana terdapat organ tiroid yang memiliki sensitivitas terhadap radiasi. Dikarenakan tiroid berfungsi mengatur metabolisme tubuh melalui hormon tiroksin yang dihasilkannya. Paparan radiasi dapat menyebabkan tiroiditis akut dan hipotiroidism. Dosis ambang untuk tiroiditis akut sekitar 200 Gy. Efek stokastik berupa kanker tiroid (BATAN, 2012).

Oleh karena itu berdasarkan latar belakang yang dipaparkan diatas, peneliti tertarik untuk melakukan sebuah penelitian dengan menganalisis kualitas radiograf pada radiograf servikal yang pengaturan kolimasinya seluas imaging plate dan yang seluas obyek servikal. Serta dosis radiasi yang diterima pada obyek servikal tersebut.

B. RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah yang diangkat pada penelitian ini adalah :

1. Apakah ada perbedaan kualitas radiograf servikal yang kolimasinya seluas *imaging plate* dan yang seluas obyek servikal?
2. Apakah ada perbedaan dosis radiasi yang diterima obyek servikal yang pengaturan kolimasinya seluas *imaging plate* dan yang seluas obyek servikal?
3. Berapakah ukuran kolimasi yang digunakan dalam menghasilkan radiograf servikal yang optimal?

C. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui ada/ tidaknya perbedaan kualitas radiograf servikal yang kolimasinya seluas *imaging plate* dan yang seluas obyek servikal?
2. Mengetahui ada/ tidaknya perbedaan dosis radiasi yang diterima obyek servikal dengan pengaturan kolimasinya seluas *imaging plate* dan yang seluas obyek servikal.
3. Mengetahui ukuran kolimasi yang digunakan dalam menghasilkan radiograf servikal yang optimal.

D. Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan akan memberikan manfaat secara umum untuk:

1. Memberikan gambaran tentang dampak yang ditimbulkan dari pengaturan luas kolimasi pada radiograf servikal.
2. Memberikan masukan kepada pelaksana radiografi pada unit pelayanan radiologi mengenai pengaturan luas kolimasi pada radiograf servikal serta dosis radiasi yang ditimbulkan dari pengaturan kolimasi tersebut.

E. Keaslian Penelitian

1. **Dartini, 2014.** Analisis Perbedaan Kualitas radiograf dan *Exposure Index (EI)* pada *Computed Radiography* dengan periode Waktu Pembacaan Imaging Plate yang Berbeda. Penelitian ini membahas mengenai analisis hasil gambar radiodiagnostik yang langsung dilakukan *reader* dengan yang tidak langsung di*reader* setelah dilakukan pemeriksaan.

Perbedaan dari penelitian sebelumnya adalah bahwa penelitian ini bertujuan untuk menganalisis jeda waktu pembacaan yang optimal sehingga Imaging Plate masih dapat langsung digunakan dan dapat menghasilkan gambaran dengan kualitas yang optimal tanpa dilakukan penghapusan (erasing) pada imaging plate sehingga didapatkan efisiensi waktu dalam bekerja.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Pengertian Computed Radiography

Computed radiography adalah satu sistem atau proses untuk mengubah sistem analog pada konvensional radiografi menjadi digital radiografi (Balliger, 2003). *Computed Radiography* masih memerlukan x-ray unit seperti halnya radiografi konvensional sebagai sumber radiasi untuk mengekspose pasien.

Computed Radiograpy merupakan modal aquisisi tambahan yang menggunakan penyimpanan phosphor plates untuk menghasilkan gambaran proyeksi. *CR* dapat digunakan diruangan radiografi standar seperti halnya film/screen. Pemanfaatan CR memerlukan kaset CR dan phosphor, *CR reader* dan teknologi *quality control workstation* dan alat untuk menampilkan gambar, salah satunya printer dan viewing station (Carter dan Veale, 2010).

Penyimpanan phosphor plates sangat serupa dengan *Intensifying Screen.* Perbedaan paling besar terdapat pada penyimpanan phosphor yang dapat menangkap porsi dari peristiwa energy x-ray masuk kedalamnya sampai material kemudian terbaca (Carter dan Veale, 2010).

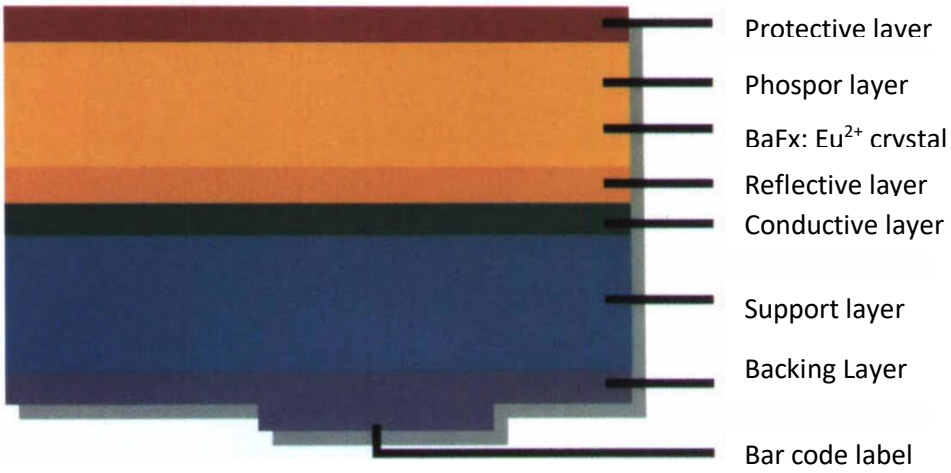
2. Komponen Computed Radiography

Adapun komponen dari *Computed Radiography* yaitu:

a. *Imaging Plate* (IP)

Imaging Plate adalah plat film yang mempunyai kemampuan menyimpan energi sinar-x, dan energi tersebut dapat di bebaskan atau dikeluarkan melalui proses *scanning* dngan menggunakan laser. *Imaging Plate* biasa digunakan dengan ditempatkan dalam kaset *Imaging Plate*. Ukuran *Imaging Plate* yang paling banyak digunakan adalah 18x24, 24x30, 35x35, dan 35x43 cm. Ukuran 30x40 cm tidak ada lagi karena ukuran tersebut akan digunakan 35x43 cm. *Imaging plate* merupakan media pencatat gambaran sinar-x pada *Computed Radiography*, yang terbuat dari bahan *photostimulable phosphor* tinggi, *BaFX (X=halogen*).

Pada penggunaan radiografi konvensional digunakan penggabungan antara film radiografi dan *screen*, akan tetapi pada *Computed Radiography* menggunakan *Imaging Plate*. Walaupun *Imaging Plate* terlihat sama dengan *screen* konvensional tetapi fungsinya sangatlah jauh berbeda dengan *Imaging Plate*, karena pada *Imaging Plate* berfungsi untuk mencatat gambar sinar-x kedalam foto *stimulable phosphor* dan menyampaikan informasi gambar itu kedalam bentuk elektrik.



Gambar 2.1 Struktur imaging plate (Ballinger, 2003)

Plat pencitraan bentuknya fleksibel dan tebalnya kurang dari 1 mm. Uniknya dari sebuah material phosphor memiliki kemampuan memori: dapat mempertahankan gambar laten pada jangka waktu tertentu waktu setelah eksposi x-ray (Ballinger, 2003).

Energi yang tersimpan dalam pelat pencitraan menghilang dari waktu ke waktu, *Imaging Plate* harus dibaca secepat mungkin untuk menghindari kehilangan informasi gambar (Carter dan Veale, 2010).

Struktur dari *Imaging Plate* adalah :

1) *Protective layer* : Sebuah lapisan pelindung berukuran tipis & transparan yang berfungsi untuk melindungi IP (Carter dan Veale, 2010)
2) *Phosphor layer* : Sebuah fosfor yang mengandung barium fluorohalide dalam bahan pengikatnya. Lapisan ini merupakan Lapisan pospor photostimulable sebagai "perangkap" elektron saat terpapar

3) *Reflective layer* : terdiri dari partikel yang dapat memantulkan cahaya. Lapisan ini mungkin hitam untuk mengurangi penyebaran cahaya dan merangsang keluarnya cahaya yang dipancarkan (Carter dan Veale, 2010).

4) *Conductive layer* : terdiri dari Kristal konduktif. Yang berfungsi untuk mengurangi masalah yang disebabkan oleh electrostatic. Selain itu ia juga mempunyai kemampuan untuk menyerap cahaya dan dengan demikian hal tersebut dapat meningkatkan ketajaman gambaran.

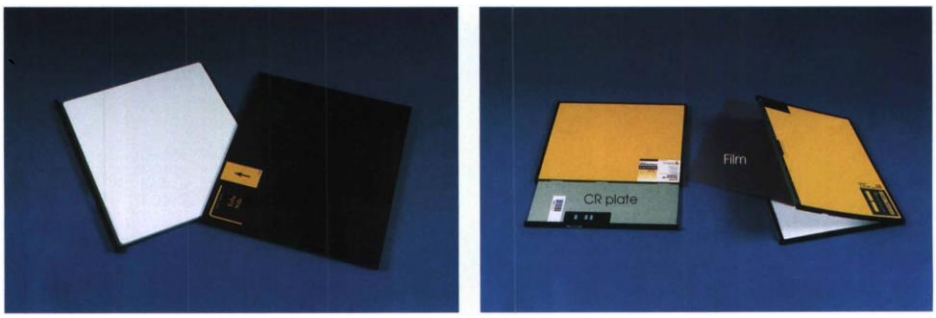
5) *Support layer* : mempunyai stuktur dan fungsi yang sama seperti yang ada pada *intensifying screen*.

6) *Backing layer* : lapisan *soft polimer* untuk melindungi *Imaging Plate* selama proses pembacaan di dalam *image reader*.

Bar code label : digunakan untuk memberikan nomor seri dan untuk mengidentifikasi *Imaging Plate* tertentu yang kemudian dapat dihubungkan dengan data pasien.

b. *Cassette*

Cassette pada *Computed Radiography* bagian depan (*front side*) terbuat dari *carbon fiber* dan bagian belakang terbuat dari aliminium.



A. Tube side B. Back Side

Gambar 2.2 *Imaging Cassette* (Ballinger, 2003)

c. *Image reader*

Berfungsi sebagai pembaca, pengolah gambar yang diperoleh dari *Imaging Plate* yang dijalankan dengan menggunakan *laser scanner*. Dilengkapi dengan *preview monitor* untuk melihat apakah pemotretan yang dilakukan tidak terpotong

atau obyeknya bergerak. Pada kasus ini pemotretan harus diulang. Namun apabila gambar kurang baik karena faktor eksposi pemotretan tidak perlu diulang pemotretan tersebut, karena gambaran dapat diperbaiki dengan *image console.* Semakin besar kapasitas memori dari *image reader* semakin cepat waktu yang diperlukan untuk memproses *Imaging Plate,* karena semakin besar memori dari suatu perangkat komputer maka semakin besar daya simpan dari perangkat tersebut. Semakin besar memori dari *image reader* akan menghasilkan daya perputaran dari perangkat memori yang besar.

Selain itu, *imaging reader* juga mempunyai beberapa peranan penting dalam proses pembacaan, pengolahan gambar, sistem transportasi *Imaging Plate* serta proses penghapusan data gambar dari permukaan *Imaging Plate.*

d. Laser

Laser atau cahaya amplifikasi emisi terstimulasi dari radiasi, adalah perangkat yang menciptakan dan menguatkan yang sempit, balok intens cahaya koheren. Atom-atom atau molekul kristal seperti ruby (batu delima) atau garnet (akik merah tua) atau gas, cairan, atau zat lain sangat antusias, sehingga lebih dari mereka berada pada tingkat energi tinggi daripada tingkat energi yang rendah. Permukaan pada kedua ujung wadah laser yang mencerminkan energi bolak-balik sebagai atom membombardir satu sama lain, merangsang atom energi yang lebih rendah untuk memancarkan foton sekunder pada frekuensi yang sama, seperti atom yang menyerang. Ketika energi sudah cukup dibangun, pemberhentian atom secara bersamaan sebagai ledakan cahaya koheren, itu adalah koheren karena semua foton bepergian ke arah yang sama pada saat frekuensi yang sama. Laser membutuhkan sumber daya konstan untuk mencegah fluktuasi output. Laser beam melewati optik balok-membentuk sebuah cermin optik yang mengarahkan sinar laser ke permukaan pelat pencitraan (Carter dan Veale, 2010)

e. Menghapus Gambar

Imaging Plate sangat sensitif terhadap radiasi yang tersebar dan harus dihapus untuk mencegah penumpukan sinyal sebelumnya. Plat harus dijalankan setidaknya sekali seminggu bawah siklus menghapus untuk menghapus radiasi

sebelumnya dan menyebar. Kaset harus dihapus sebelum menggunakan, jika terakhir kali penghapusan tidak diketahui (Carter dan Veale, 2010).

f. *Image console*

Berfungsi untuk mengolah gambar, berupa komputer dengan *software* khusus untuk *medical imaging*. Gambar dapat diolah tampilannya sehingga memudahkan memperoleh gambar yang lebih baik.Pada *image console* juga dilengkapi dengan menu yang lebih dari 200 macam pilihan gambar yang sesuai dengan bagian anatomi yang akan difoto pada anatomi tertentu. Karena *Computed Radiography* merupakan bentuk digital, bermacam-macam jenis *processing* gambar dapat digunakan untuk menambah dan juga mempertinggi kualitas gambar.

g. *Imager (printer)*

Apabila foto dikehendaki untuk dicetak maka gambar dapat dikirim kebagian *imager* untuk dicetak sesuai yang diinginkan, karena *imager* itu sendiri mempunyai fungsi sebagai pencetak gambaran.

3. Sistem Penyimpanan Gambar

Penyimpanan gambar pada CR dapat dilakukan pada film sebagai *hard copy* atau pada alat penyimpanan elektronik sebagai *soft display* antara hard magnetic disk, magnetic tape, dan optical disk (Greene, 1992).

4. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kualitas Gambar Computed Radiography

a. Brightness

Ketika nilai brghtness meningkat mengakibatkan nilai densitas optical meningkat terutama gambaran dengan nilai densitas optical kurang dari 1 (Papp, 2006). Densitas radiografi, yaitu derajat kehitaman pada radiograf akhir. Pada radiograf kualitas gambar radiograf yang rendah bisa disebut sebagai gambaran yang terlalu gelap atau kurang terang. Radiograf yang terlalu gelap mempunyai nilai densitas yang tinggi, terlalu banyak sinar-X yang diterima image reseptor dan film over ekspose. Radiograf terlalu terang mempunyai nilai densitas yang rendah, terlalu sedikit sinar-X yang diterima image reseptor dan film underexpose. Densitas pada

radiograf dapat dikontrol dengan dua faktor utama yaitu mAs dan SID (Source to Image Distance), jika mAs dinaikan maka densitas akan naik. Jika SID di tambah maka densitas akan turun (bushong,2001).

b. Kontras

Jika nilai kontras meningkat nilai densitas optical maximum (lebih dari 2) pada gambaran juga. Sebaliknya menurunkan nilai kontras, menurunkan nilai densitas maximum. (Papp, 2006). Kontras merupakan salah satu faktor yang penting dalam mengevaluasi kualitas gambar radiograf, karena kegunakan kontras adalah untuk membuat bagian anatomi tampak untuk diagnosis. Kontras didefinisikan sebagai perbedaan atau sebagai variasi densitas pada radiograf. Kontras merupakan hasil perbedaan atenuasi sinar-X yang menembus jaringan yang berbeda pada tubuh. Kemampuan menembus yang relatif dari sianr-X terhadap jaringan yang berbeda inilah yang menyebabkan kontras gambar. Kemampuan sinar-x dalam menembus jaringan tubuh di pengaruhi oleh kVp. Kontras yang tinggi berarti bagian organ ditembus dengan kuat. Gray scale atau skala keabu-abuan pada kontras merupakan tingkat densitas dari yang paling putih sampai bagian yang paling hitam pada radiograf. Hitam dan putih ditunjukan dengan hanya sedikit tingkat yang nyata. Kontras radiograf yang rendah menghasilkan gray scale yang panjang dan mempunyai banyak tingkatan abu-abu yang muncul. Pada penambahan kV, banyak faktor lain yang mempengaruhi kontras radiografi. Meskipun mAs hanya faktor lain yang mempengaruhi kuantitas sinar-X. Dan bukan kuantitas sinar-X, tetapi ini juga mempengaruhi kontras (Bushong, 2001).

c. *Spatial Resolution*

Spatial resolution adalah kemampuan untuk membedakan obyek yang terpisah dan secara visual dapat membedakan obyek yang satu dengan obyek yang lain. *Spatial resolution* memiliki kemampuan dalam menunjukkan objek kecil yang memiliki kontras subyek yang tinggi (Bushong, 2001). *Spatial resolution* dapat dipengaruhi oleh blur akibat faktor geometris. Dalam pencitraan CR penyebab spatial resolution yang rendah adalah karena hamburan cahaya saat imaging plate dibaca. Kejadian ini dapat menyebabkan blur pada saat imaging plate dibaca oleh *image plate reader*.

d. Noise

Noise adalah fluktuasi nilai atenuasi pada jaringan atau materi yang homogen. Noise merupakan nilai standar deviasi yang dihasilkan dalam pengukuran ROI (*Region of Interest*) pada background. Noise dipengaruhi oleh banyak faktor yaitu Kv, mAs, filtrasi dan kolimator (Siebert, 2006).

Noise atau sering disebut sebagai kebisingan dalam radiografi diartikan sebagai detail gambaran yang tidak diinginkan yang mengganggu visualisasi dari interpretasi suatu gambaran radiograf. Noise dibagi menjadi 2 (dua) kategori yaitu noise anatomi dan noise radiografi. Contoh noise anatomi misalnya pada gambaran radiograf thorax terdapat pola proyeksi tulang iga yang mengacaukan deteksi nodul paru-paru. Hal ini secara tidak langsung terkait dengan kinerja intrinsik pada detektor.

Tipe noise yang kedua adalah noise radiografi yang diartikan sebagai variasi gambaran yang tidak diinginkan dalam sebuah gambaran radiograf yang berasal dari dalam subyek yang tergambar. Dan menambah variasi gambar yang ditumpangkan pada data anatomi selama proses akuisisi.

Noise radiografi juga langsung berhubungan dengan Resolution tion karena mempengaruhi kemampuan untuk menyelesaikan fitur yang berbeda dari suatu gambar (Samei, 2003).

e. Signal to Noise Ratio

Signal to noise ratio merupakan perbandingan sinyal dengan *noise* yang ada pada citra. *Noise* tidak dapat dipisahkan dari sinyal yang dihasilkan dari pencitraan suatu objek. Untuk menghasilkan citra yang bagus, noise yang ada harus pada batas toleransi agar tidak mengurangi kualitas citra. Ketika *noise* tinggi maka dilakukan pemilihan faktor eksposi yang rendah agar mendapatkan kualitas citra yang baik.

5. Indikator Kualitas pada Display CR

Index exposure (EI) adalah ukuran jumlah paparan yang diterima oleh reseptor image (IR). Hal ini tergantung pada mAs, luas lapangan radiasi dan sinar hambur. Index exposure merupakan indikasi kualitas gambar. Produsen peralatan menyediakan berbagai EI direkomendasikan untuk kualitas gambar yang optimal. (www.wikiradiography.com)

Sistem PSP menyediakan nilai grayscale output gambar *underexposure* atau *overexposure* pada nilai besar respon latitude dan algoritma bahwa skala sinyal ke yang telah ditetapkan output. O*verexposure* sangat bermasalah ketika nilai *index exposure* dalam rentang yang luas. Teknik ini tidak pantas dilakukan pada radiografi, oleh karena itu indikator eksposur rata-rata insiden pada IP sangat penting untuk mengevaluasi teknik radiograf yang tepat. Setiap produsen PSP memiliki metode tertentu untuk menyediakan informasi ini. Sebagai contoh, sistem yang dibuat oleh l Fuji nomor Sensitivitas, yang berbanding terbalik dengan eksposur. Sistem Kodak menyediakan *Indeks Exposure*, yang berbanding lurus dengan logaritma dari eksposur tersebut. produk Agfa memberikan indikator disebut lgM, yang nilainya juga bervariasi sebanding dengan logaritma dari eksposur. Konica memberikan indikator eksposur insiden yang disebut REX (*eksposur relatif*). EI berasal dari nilai rata-rata gambar yang terpapar pada *Image Reseptor*. Nilai EI berbeda-beda berdasarkan perangkat lunak dan IP yang dihasikan produsen. Oleh karena itu semua sistem memilki *index eksposure* yang berbeda berdasarkan produksi produsen dan sulit untuk membandingkan antara sistem satu dengan yang lain. Nomer latitude , L adalah suatu indeks yang mewakili kisaran logaritma dari digital untuk merangsang luminesce tentang nilai median (www.aapm.org).

Untuk mengavaluasi eksposi pada gambar CR, beberapa perusahaan memiliki indikator eksposi yang dapat memperlihatkan informasi jumlah rata-rata radiasi yang digunakan pada sebuah gambar. Pada Fuji, digunakan nilai S (sensitifity). Nilai S berbanding terbalik terhadap nilai eksposi dalam mR. Jika S besar, mengindifikasi eksposi yang rendah pada IP. Namun jika S kecil, mengidentifikasikan eksposi besar pada IP. Nilai eksposi rata-rata pada fuji yang baik berkisar 150-250 (Carlton, 2001).

System fuji CR menggunakan nila sensitivitas untuk memberikan nilai exposure pada IP yang menembus melalui objek. Dalam kondisi normal untuk standar resolusi (ST) pelat.

6. $$S = \frac{200}{(\text{exposure})\text{mR}}$$ .....(1)

Kodak menggunakan *index exposure* yang nilainya berbanding lurus dengan paparan rata – rata pada *imaging plate* yang dapat dihitung dengan perhitungan :

EI = 2000 + 1000 x Log10(Eaverage) .....(2)

Eaverage merupakan rata-rata eksposure yang diterima *imaging plate*. Pada CR kodak sinyal pada *imaging plate* akan diproses pada *image reader* yang akan memberikan nilai *index exposure* berupa angka (AAPM Report No. 93, 2006).

E =10 (EI-2000)/1000 or EI =1000 log(E) + 2000 .....(3)

Dimana E adalah nilai eksposure (mR) dan IE adalah indeks eksposi.

Tabel 2.1 *Index exposure* terhadap exposure imaging plate (Carlton, 2001)

Fuji S value	2	20	200	2.000	20.000
Kodax exposure index		3.000	2.000	1.000	
Mr	100	10	1	0,1	0,01

Nilai exposure tinggi dengan nilai sinyal photostimulated luminescence (PSL) tinggi menunjukan penurunan dan sebaliknya exposure rendah dengan nilai sinyal PSL rendah menujukan peningkatan dari penguat sinyal untuk memperoleh nilai yang akan di olah dalam digitalisasi. Nilai pembesaran ditunjukan oleh nilai sensitivitas, berdasarkan bentuk histogram exposure. Komputer algoritma mengidentifikasi bentuk histogram secara spesifik yaitu menentukan nilai minimum, maksimum, dan nilai median kemudian nilai median diproses kisaran output dengan menyesuaikan pembesaran.

Tabel 2.2 Standar kualitas berdasarkan exposur (www.animalinsides.com)

Nilai S	Exposure(mR)	Keterangan
>1000	<0,2	Underexpose: repeat
600-1000	0,3-0,2	Underexpose: QC exception

300-600	1,0-0,3	Underexpose: review
150-300	1,3-1,0	Acceptabel range
75-150	2,7-1,3	Overexpose: review
50-75	4,0-2,7	Overexpose: QC exception
<50	>4,0	Overexpose: repeat

Pada Kodak, indikator exposurenya disebut *Exposure index*. Nilai index exposure seimbang terhadap eksposi yang diterima oleh IP. Eksposi pada gambar yang baik jika eksposure indexnya pada rentang 1800-2200. Pada Agfa, digunakan nilai eksposi relatif sebagai indikator eksposi, yang membandingkan level eksposi yang telah terdapat pada CR (Carlton, 2001).

6. Prinsip Kerja Computed Radiography

a. *Imaging plate* yang terletak didalam kaset, dilakukan eksposi dengan menggunakan peralatan pembangkit sinar-x. Pada saat sinar-x menembus objek, akan terjadi *attenuasi* (perlemahan) akibat dari kerapatan objek karena berkas sinar-x yang melalui objek tersebut. Kemudian membentuk bayangan laten.

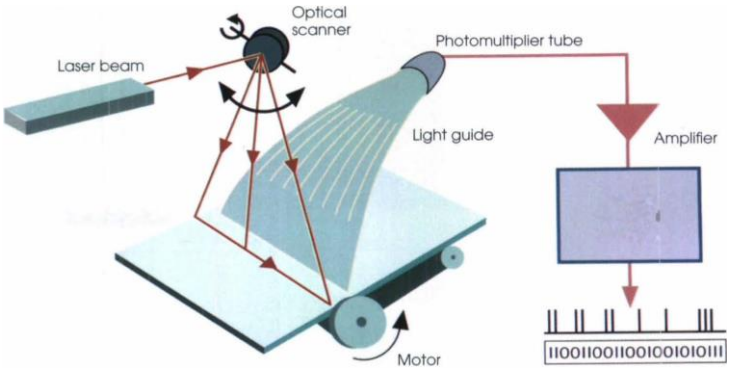
b. *IP cassete* kemudian dimasukkan kedalam *image reader*. Di dalam *image reader,* bayangan laten yang disimpan pada permukaan *phosphor,* dibaca dan dikeluarkan menggunakan cahaya infra merah untuk men*stimulus phosphor,* sehingga mengakibatkan energi yang tersimpan berubah menjadi cahaya tampak.

c. Cahaya yang dikeluarkan dari permukaan *plate,* akan ditangkap oleh sebuah pengumpul cahaya dan diteruskan ke tabung *photomultiplier* yang mengubah energi cahaya tersebut menjadi sinyal listrik analog.

d. Selanjutnya sinyal analog ini diubah menjadi sinyal digital oleh rangkaian *analog to digital converter (ADC)* dan diproses dalam komputer.

e. Setelah proses pembacaan selesai, data gambar pada *Imaging Plate* dapat dihapus dengan cara *imaging plate* dikenai cahaya yang kuat. Hal ini membuat *Imaging Plate* dapat dipergunakan kembali.

f. Setelah gambaran tampil dilayar monitor, gambaran tersebut dapat dilakukan rekontruksi atau dimanipulasi pada *image console* sehingga mendapatkan gambaran yang diinginkan.



Gambar 2.3 Pembacaan Imaging Plate Computed Radiography dan konversi ke digital (Ballinger, 2003)

Apabila gambaran sudah baik, maka terdapat dua pilihan, apakah gambaran akan dicetak dengan film atau disimpan didalam file khusus. Jika ingin dicetak, maka gambaran akan dicetak menggunakan lasser (Ballinger, 2010).

7. Software ImageJ versi 1.46

ImageJ merupakan program analisis dan pemrosesan citra java domain umum yang diinspirasi Macintosh. Software ini disediakan untuk windows, Mac Os, Mac Os X dan Linux. Software ini dapat digunakan untuk membaca berbagai format citra seperti TIFF, GIF, JPEG, BMP, DICOM, FITS, dan 'raw'. Software ini dapat menghitung area, pixel value, jarak dan sudut.

8. Dosis Radiasi

Dosis radiasi adalah jumlah energi radiasi yang diserap kedalam material. Dosis serap merupakan jumlah energi yang diserap radiasi atau banyaknya energi yang diserap oleh bahan tersebut, jadi dosis serap merupakan banyaknya energi yang diberikan oleh radiasi pengion kepada medium. Exposure/ penyinaran dapat didefinisikan sebagi jumlah energi yang mengalir persatuan waktu melalui satuan luas yang dipancarkan oleh tabung sinar X.

Secara sistematis dapat di tulis sebagai berikut :

E = V2.i.t/FFD

Keterangan:

V = Tegangan tabung (kV)

E = Exposure (mR)

i = Arus tabung (mA)

t = Lama waktu penyinaran (s)

FFD = Jarak Fokus ke Film (cm)

Satuan radiasi ada beberapa macam. Satuan radiasi ini tergantung pada kriteria penggunaannya,yaitu :

1. Satuan untuk paparan radiasi

   Menunjukkan besaranya intensitas sinar-X atau sinar gamma yang dapat menghasilkan ionisasi di udara dalam jumlah tertentu. Dalam hal ini 1 Rontgen adalah intensitas sinar- X atau sinar gamma yang dapat menghasilkan ionisasi di udara sebanyak 1,61x1015.

2. Satuan untuk dosis absorbsi medium pasangan ion perkilogram udara.

   Untuk mengetahui banyaknya radisasi yang terserap oleh suatu medium digunakan satuan dosis radiasi terserap atau Radiation Absorbed Dose yang disingkat Rad. Jadi dosis absorbi merupakan ukuran banyaknya energi yang diberikan oleh radiasi pengion kepada medium. Dalam satuan SI, satuan dosis radiasi serap disebut dengan Gray yang disingkat Gy. Dalam hal ini 1 Gy sama dengan energi yang diberikan kepada medium sebesar 1 J/kg. Dengan demikian maka: 1 Gy= 100 Rad 1 R =0,00869 Gy

3. Satuan Dosis Ekuivalen

Satuan untuk dosis ekuivalen digunakan berkaitan dengan pengaruh radiasi terhadap tubuh manusia atau sistem biologisya. Tingkat kerusakan sistem biologis yang mungkin ditimbulkan oleh suatu radiasi tidak hanya tergantung pada dosis serapnya saja (Rad) akan tetapi tergantung juga pada jenis radiasinya.Dosis ekuivalen (Rem)= Dosis serap (Rad) x QDosis ekuivalen (Sv)= Dosis serap (Gy) x Q x N

No.	Jenis pemeriksaan	Jumlah pasien (orang)	Dosis permukaan masuk (mGy)			
			Min	Maks	Rata-Rata	Median
1.	Thorax AP/PA	26	0,07	2,37	0,39	0,23
2.	Thorax Lat	3	0,08	0,58	0,4	0,58
3.	Abdomen	11	0,80	3,57	1,74	1,47
4.	Kepala AP/PA	3	0,89	1,06	0,97	0,95
5.	Kepala Lat	2	0,28	1,00	0,64	0,64
6.	Lumbosacral AP	9	0,08	5,12	2,25	1,38
7.	Lumbosacral Lat	8	1,33	25,72	8,22	6,50
8.	Ekstremitas	30	0,04	1,94	0,39	0,14
9.	Pelvis AP	2	1,35	1,40	1,37	1,37
10.	Cervical AP	3	0,40	0,87	0,57	0,45
11.	Cervical Lat	2	0,24	1,75	0,99	0,99
12.	Cervical oblique	1	-	-	1,40	1,40
13.	Clavicula	1	-	-	0,03	0,03
14.	Thoracal lumbal	1	-	-	0,22	0,22
	Total pasien	102				

Gambar 2.7 Tabel Dosis permukaan pada pasien dewasa untuk beberapa jenis pemeriksaan.

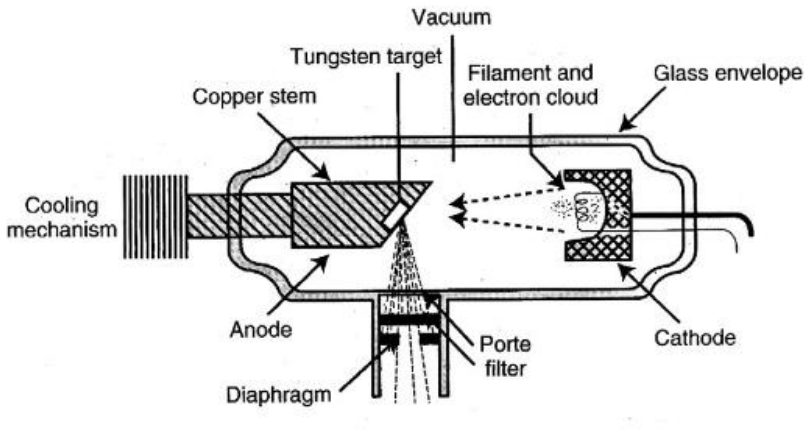
9. Pesawat Sinar-X dan Komponennya

Telah lebih dari satu abad radiasi sinar-X menjadi alat untuk pencitraan diagnostik. Dalam semua metode pencitraan sinar-X, seluruh parameter pengukuran diatur di panel control untuk mengontrol paparan sinar-X yang mengenai pasien. Karakteristik dari berkas sinar-X harus diatur untuk menghasilkan keseimbangan antara kualitas citra dan dosis paparan pasien. Pesawat sinar-X terdiri dari bagian utama :

1. Generator berfungsi menyuplai daya ke tabung sinar-X
2. Tabung sinar-X tempat anoda dan katoda sebagai penghasil sinar-X
3. Kolimator untuk membatasi luas lapangan penyinaran

4. Panel control berfungsi mengendalikan kondisi penyinaran generator.

Proses terjadinya sinar-X adalah sebagai berikut : Filamen pada katoda dipanaskan dengan pemberian arus dari genertor sehingga terbentuk elektron-elektron pada permukaan katoda. Dalam hal ini anoda bermuatan positif terhadap katoda. Ketika diberikan beda potensial antara katoda dan anoda, maka elektron akan menubruk anoda. Dari tumbukan ini terbentuklah sinar-X. Hanya 1% sinar-X yang terbentuk 99% dihasilkan panas. Mekanisme produksi sinar-X dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.8 Komponen Tabung Pesawat Sinar-X

10. Proteksi Radiasi

Tujuan dari keselamatan radiasi ini adalah mencegah terjadinya efek deterministik yang membahayakan dan mengurangi terjadinya efek stokastik serendah mungkin.

Bahaya radiasi dari sumber-sumber eksternal ini dapat dikendalikan dengan tiga prinsip dasar proteksi radiasi, yaitu:

a. Pengaturan waktu Pekerja radiasi yang berada di dalam medan radiasi akan menerima dosis radiasi yang besarnya sebanding dengan lamanya pekerja

tersebut berada di dalam medan radiasi. Semakin lama seseorang berada di tempat itu, akan semakin besar dosis radiasi yang diterimanya, demikian pula sebaliknya. Dosis radiasi yang diterima oleh pekerja selama berada di dalam medan radiasi dapat dirumuskan sebagai berikut: D = Do. T Dengan: D = dosis akumulasi yang diterima pekerja.

Do = laju serap dalam medan radiasi T = lamanya seseorang berada di dalam medan radiasi

b. Pengaturan jarak Faktor, jarak berkaitan erat dengan fluks radiasi. Fluks radiasi pada suatu titik akan berkurang berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara titik tersebut dengan sumber radiasi.

c. Penggunaan perisai radiasi, pengaturan waktu dan jarak kerja tidak mampu menekan penerimaan dosis oleh pekerja di bawah nilai batas dosis yang telah ditetapkan. Oleh sebab itu, dalam penanganan sumber-sumber beraktivitas tinggi ini juga diperlukan perisai radiasi. Sifat dari bahan perisai radiasi ini harus mampu menyerap energi radiasi atau melemahkan intensitas radiasi.

Dalam melakukan setiap pemeriksaan, sebaiknya pasien dberikan perlakuan proteksi radiasi, agar radiasi yang diterima seminimal mungkin sesuai klinis. Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk proteksi radiasi terhadap pasien adalah :

1) Faktor pengulangan pemeriksaan

Usahakan pengulangan pemeriksaan tidak terjadi, sehingga dosis radiasi terhadap pasien dapat diminimalisasi, karena paparan radiasi yang diterima hanya satu kali.

2) Luas lapangan penyinaran

Pengaturan luas lapangan penyinaran adalah salah satu hal yang penting dalam pemeriksan, yaitu sinar diarahkan ke daerah yang hendak di rontgen. Dengan begitu kita telah melakukan salah satu proteksi radiasi terhadap pasien, dimana kita telah meminimalisir dosis radiasi yang diterima oleh pasien, karena dengan mengarahkan berkas utama sinar-X hanya ke daerah yang hendak di rontgen, maka jaringan-jaringan di sekitarnya tidak ikut terkena radiasi.

3) Pemakaian apron

Hal ini perlu dilakukan khususnya untuk anak-anak, wanita hamil, dan pasien-pasien yang masih dalam usia reproduktif. Apron yang biasa digunakan adalah apron yang diletakkan di antara tubuh pasien dan tabung X-ray. Apron ini berfungsi untuk proteksi radiasi.

4) Jarak dan waktu

Dengan jarak yang tidak terlalu dekat dengan pasien diharapkan radiasi hambur yang diterima pasien berkurang, begitu pula dengan pengaturan waktu semakin lama durasi penyinaran, maka semakin lama pula radiasi yang diserap oleh tubuh pasien.

Untuk mencapai tujuan proteksi radiasi, yaitu terciptanya keselamatan dan kesehatan bagi pekerja, masyarakat dan lingkungan, maka dalam falsafah proteksi radiasi diperkenalkan tiga azas proteksi radiasi yaitu:

1) Azas jastifikasi atau pembenaran. Azas ini menghendaki agar setiap kegiatan yang dapat mengakibatkan paparan radiasi hanya boleh dilaksanakan setelah

dilakukan pengkajian yang cukup mendalam dan diketahui bahwa manfaat dari kegiatan tersebut cukup besar dibandingkan dengan kerugian yang dapat ditimbulkan.

2) Azas optimasi. Azas ini menghendaki agar paparan radiasi yang berasal dari suatu kegiatan harus ditekan serendah mungkin dengan mempertimbangkan faktor ekonomi dan sosial. Azas ini juga dikenal dengan sebutan ALARA atau As Low As Reasonably Achieveble.

3) Azas Pembatasan Dosis Perorangan (Limitasi). Azas ini menghendaki agar dosis radiasi yang diterima oleh seseorang dalam menjalankan suatu kegiatan tidak boleh melebihi nilai batas dosis yang telah ditetapkan oleh instansi yang berwenang dalam hal ini adalah BAPETEN.

11. Teknik Radiografi Cervical

a. Persiapan pasien

Meminta kepada pasien untuk melepaskan aksesoris di sekitar daerah pemeriksaan seperti anting-anting, kalung, jepit rambut, dll. Menjelaskan prosedur pemeriksaan.

b. Alat dan Bahan

Pesawat Sinar-X

Computed Radiography

Kaset/ imaging plate ukuran 18 x 24 cm

Softbag

Grid/ bucky

c. Teknik Pemeriksaan

1) Proyeksi AP Axial

i. Posisi pasien

Posisikan pasien dalam posisi supine atau erect dengan punggung menempel IR. Atur bahu pasien dalam bidang horizontal yang sama untuk mencegah rotasi. Lengan pasien berada di samping tubuh.

ii. Posisi objek

Pusatkan MSP dari tubuh pasien ke garis tengah meja atau bucky. Ektensikan dagu sehingga bidang oklusal tegak lurus terhadap ujung meja. Hal ini mencegah superimposisi tulang mandibula dan pertengahan cervical. Atur kepala sehingga MSP lurus dan tegak lurus terhadap IR. Berikan pengganjal untuk kepala pasien yang memiliki lengkungan lordotic. Pengganjal ini akan membantu mengimbangi lengkungan dan mengurangi distorsi gambar.

iii. Pengaturan sinar dan faktor eksposi

Arah sinar / central ray (CR) : 15-20° cephalad

Titik bidik / central point (CP) : Diarahkan melalui C4. Sinar sentral masuk pada atau sedikit lebih rendah ke titik yang paling menonjol dari tulang rawan tiroid.

Fokus film distance (FFD) : 100 cm

Faktor eksposi : Kv 75, mAs 10

Saat eksposi : tahan nafas

Film :18 x 24, menggunkan grid

iv. Kriteria radiograf

1) Tampak area dari bagian superior dari C3 ke T2 dan jaringan lunak sekitarnya.
2) Tampak bayangan dari tengkuk mandibula dan superimposed di atas atlas dan sebagian besar aksis.
3) Terbuka ruang diskus intervertebralis.
4) Spinosus prosesus berjarak sama pada pedikel.
5) Sudut mandibula berjarak sama pada vertebra.

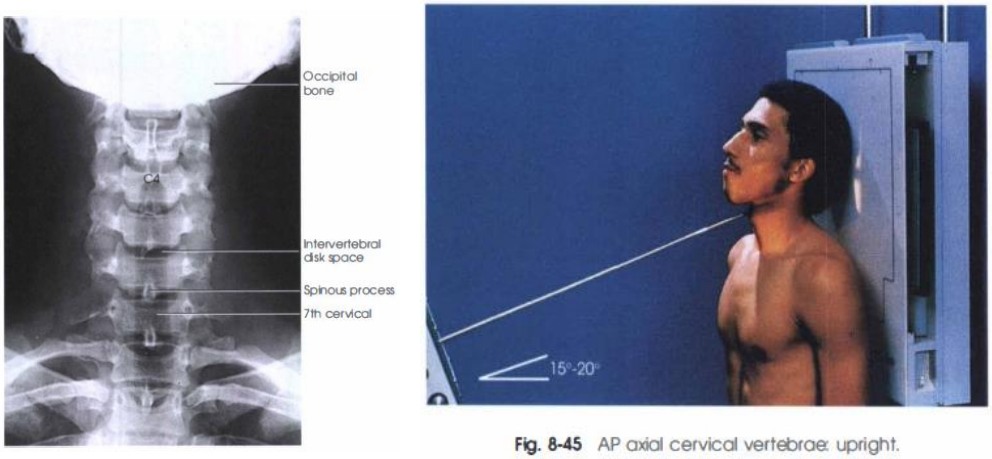


Fig. 8-45 AP axial cervical vertebrae: upright.

Gambar 2.9 Proyeksi AP Axial

2) Proyeksi lateral

a) Posisi pasien

Posisikan pasien dalam posisi true lateral , baik duduk atau berdiri, di depan bucky stand. MCP tubuh harus sejajar dengan bidang IR. Mintalah pasien duduk atau berdiri lurus, dan menyesuaikan ketinggian IR sehingga berpusat pada level C4. Bagian atas IR akan berjarak sekitar 1 inchi (2,5 cm) di atas EAM.

b) Posisi objek

Pusatkan MCP ke garis tengah IR. Pastikan bahu pasien agar dekat dengan bucky stand. Sesuaikan bahu agar terletak dalam bidang horizontal yang sama, tekan sebisa mungkin, dan imobilize dengan memasang satu karung pasir kecil ke pergelangan tangan masing-masing. Karung pasir harus dengan bobot yang sama. Hati-hati dan pastikan bahwa pasien tidak mengangkat bahu. Tengadahkan dagu sedikit untuk mencegah superimposisi ramus mandibula dan tulang belakang.

c) Pengaturan sinar dan Faktor eksposi

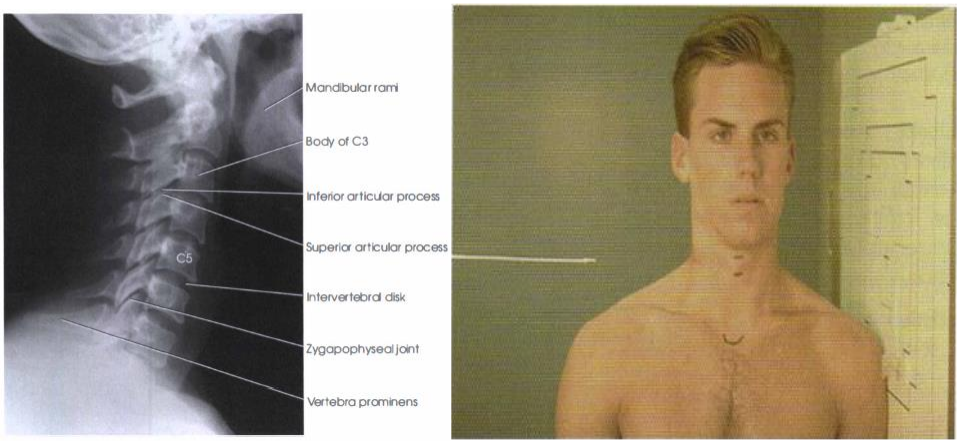
a) Arah sinar / central ray (CR) :horisontal tegak lurus
b) Titik bidik / central point (CP) :Diarahkan melalui C4
c) Fokus film distance (FFD) : 150-180 cm
d) Faktor eksposi : Kv 75, mAs 28
e) Saat eksposi : ekspirasi tahan nafas
f) Film :18 x 24, menggunkan grid

d) Kriteria radiograf

1) Tampak ketujuh cervical dan setidaknya sepertiga dari T1.
2) Leher diekstensikan sehingga mandibula tidak tumpang tindih atlas atau axis.
3) Tampak superposisi atau hampir superimposed dari mandibula.
4) Tidak ada rotasi atau kemiringan cervical spine yang ditunjukkan oleh sendi zygapophyeal yang terbuka.
5) C4 di tengah radiograf.

6) Tampak detil tulang dan jaringan lunak.

7) Tampak bodi vertebrae cervikal, ruang sendi intervertebral, prosesue spinosus dan sendi zygapophyseal



Gambar 2.10. Radiograf Lateral

3) Proyeksi AP Axial Obliqe (RPO / LPO)

a) Posisi pasien

Tempatkan pasien dalam posisi terlentang atau tegak menghadap tabung x-ray. Posisi tegak (berdiri atau duduk) lebih baik untuk kenyamanan pasien dan memudahkan untuk memposisikan pasien.

b) Posisi objek

Posisikan tubuh pasien dengan sudut 45 derajat, dan pusatkan cervical di tengah IR. Mintalah pasien dukuk atau berdiri lurus dan rileks. Posisikan lengan di samping tubuh, jika pasien reecumbent gunakan lengan untuk menjaga posisi. Kemudian sandarkan bahu yang dekat dengan bucky stand bertujuan untuk fiksasi. Pasien diminta melihat lurus ke depan, dan jika diperlukan angkat dan julurkan dagu sehingga mandibula tidak superposisi

dengan tulang belakang. Hindari rotasi dagu untuk mencegah superposisi dengan cervical.

c) Pengaturan sinar dan faktor eksposi

Arah sinar / central ray (CR) : 15-20° arah cephalad

Titik bidik / central point (CP) :Diarahkan melalui C4

Fokus film distance (FFD) : 150-180 cm

Faktor eksposi : Kv 75, mAs 10

Saat eksposi : ekspirasi tahan nafas

Film :18 x 24, menggunkan grid

d) Kriteria radiograf

Foramina intervertebralis membuka pada gambaran, dari C2-C3 ke C7-T1

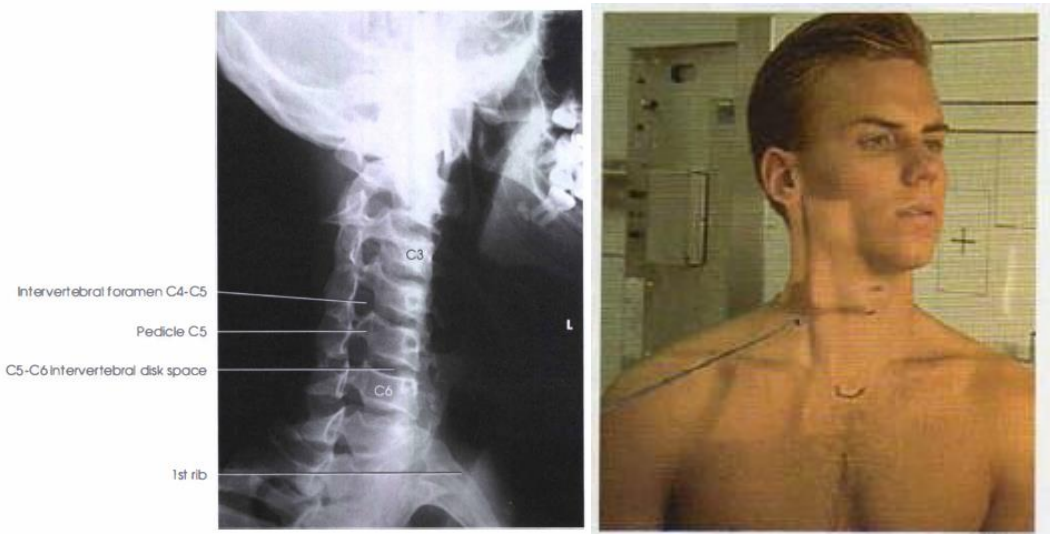
Terbuka diskus intervertebralis space

Ukuran dan kontur foramina sama

Dengan mengangkat dagu sehingga tidak menyababkan overlaping pada atlas dan axis

Tulang ocipital tidak tumpang tindih aksis

Tampak keseluruhan vertebra C1 sampai C7 dan T1



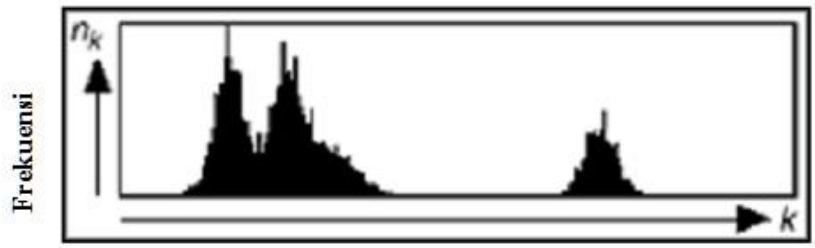
Gambar 2.11. Proyeksi oblik

12. Histogram

Pengolahan citra digital bertujuan untuk mendapatkan citra baru yang lebih sesuai untuk digunakan dalam aplikasi tertentu atau untuk mendapatkan citra baru sebagai informasi yang lebih baik dari pada citra awal. Kontras adalah nilai range interval pada setiap pixel. Citra radiografi biasanya memiliki kontras rendah sehingga menyebabkan kesulitan pada proses pengolahannya. Pengelompokkan citra kedalam kategori kontras tinggi, kontras bagus dan kontras rendah bersifat intuitif. Teknik yang sering digunakan untuk memperbaiki kontras pada citra radiografi diantaranya peregangan kontras (*contrast stretching*) dan perataan histogram (*histogram equalization*).

Informasi penting mengenai isi citra digital dapat diketahui dengan membuat histogram citra. Histogram citra adalah grafik yang menggambarkan penyebaran kuantitatif nilai derajat keabuan *(grey level) pixel* di dalam (atau bagian tertentu) citra. Misalkan citra digital memiliki L derajat keabuan, yaitu

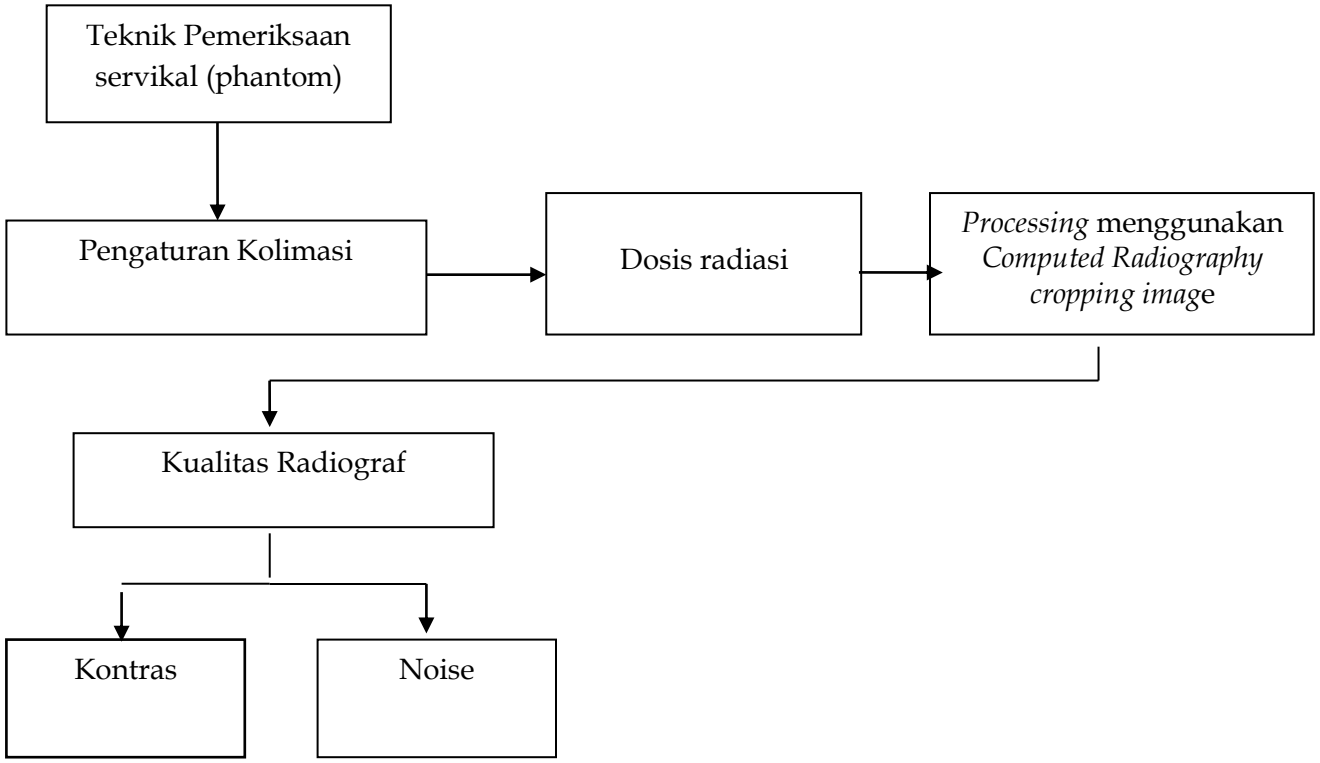
dari nilai 0 sampai L–1 (misalnya pada citra dengan kuantisasi derajat keabuan 8-bit, nilai derajat keabuan dari 0 sampai 255. Gambar 2.4 memperlihatkan contoh sebuah histogram citra, yang dalam hal ini k menyatakan derajat keabuan dan n_k menyatakan jumlah *pixel* yang memiliki nilai keabuan.



Gambar 2.4 Histogram Grey Level

Histogram citra menunjukkan banyak hal tentang kecerahan (*brightness*) dan kontas (*contrast*) dari sebuah gambar. Puncak histogram menunjukkan intensitas *pixel* yang menonjol. Lebar dari puncak menunjukkan rentang kontras dari gambar. Citra yang mempunyai kontras terlalu terang *(overexposed)* atau terlalu gelap *(underexposed)* memiliki histogram yang sempit. Histogramnya terlihat hanya menggunakan setengah dari daerah derajat keabuan. Citra yang baik memiliki histogram yang mengisi daerah derajat keabuan secara penuh dengan distribusi yang merata pada setiap derajat keabuan *pixel.*

B. Kerangka Teori



Gambar 2.5. Kerangka Teori

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

1. Jenis Penelitian

   Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimen.

2. Lokasi Pengambilan Data

   Lokasi pengambilan data pada penelitian ini adalah di Laboratorium Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Kemenkes Semarang.

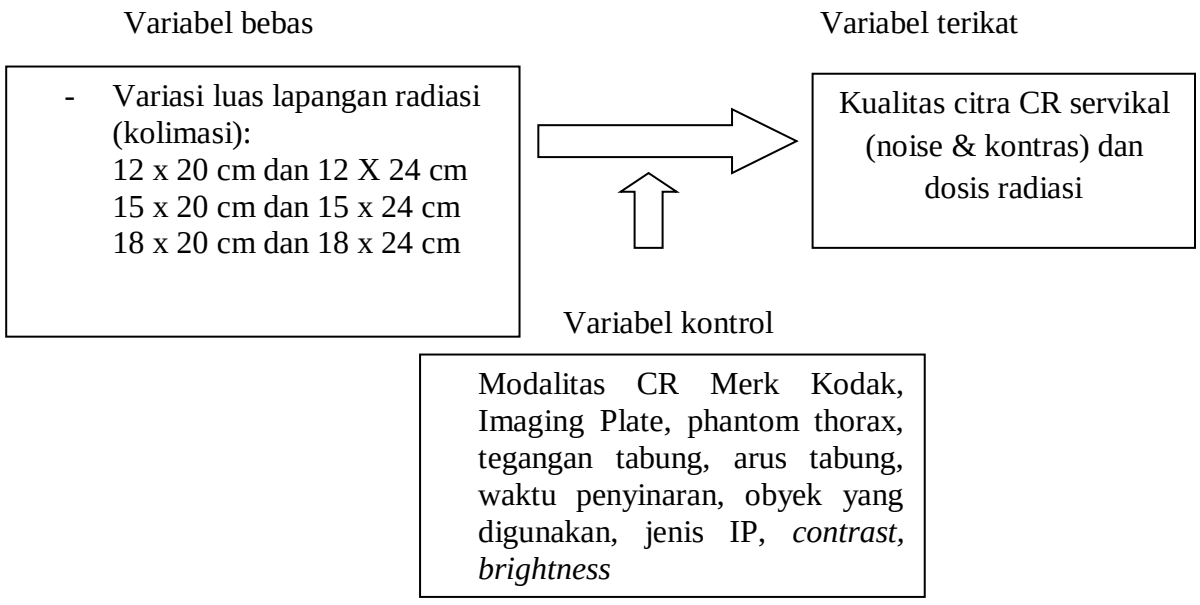
3. Waktu Pengambilan Data

   Waktu pengambilan data dilaksanakan mulai dari bulan Juli s/d November 2020.

B. Variabel Penelitian

1. Variabel bebas : luas lapangan radiasi
2. Variabel terikat : kualitas citra (noise dan kontras) dan dosis radiasi
3. Variabel terkontrol : modalitas CR merk Kodak, IP Kodak, phantom servikal, faktor eksposi, FFD, *brightness, contrast.*

C. Kerangka Konsep



D. Definisi Operasional

1. Computer Radiografi (CR) adalah teknik dan metode digitalisasi gambar/citra radiografi secara tidak langsung. Pada teknik dan metode pencitraan ini digunakan kaset, dan plat citra khusus (Imaging Plates) yang berlapis bahan-bahan kristal phosphor sebagai media perekam gambar.
2. *Imaging Plate* adalah suatu *image receptor* yang terbuat dari *photostimulable phosphor* (PSP). IP yang digunakan CR biasanya memiliki lapisan PSP setebal 0,1 s.d 0,3 mm, dimana IP ini menyimpan dosis radiasi sebagai citra laten yang nantinya akan dibangkitkan dengan energi elektron.
3. Luas lapangan radiasi (kolimasi) adalah bukaan kolimator yang digunakan dalam pesawat sinar-X untuk membatasi luas lapangan penyinaran dengan obyek servikal. Dalam hal ini luas kolimasi menggunakan variasi ukuran sebagai berikut: 12 x 20 cm; 12 x 24 cn; 15 x 20 cm; 15 x 24 cm; 18 x 20 cm; 18 x 24 cm.
4. Kontras radiograf adalah perbedaan densitas dalam satu radiograf. Kontras yang baik tidak selalu kontras yang tinggi. Tetapi perbedaan densitasnya masih pada ambang densitas guna.
5. Noise dalam hal ini merupakan gambaran yang mengganggu pada citra yang dihasilkan oleh imaging plate pada CR.
6. Dosis radiasi adalah sejumlah dosis radiasi yang diterima oleh obyek pemeriksaan, dimana dalam hal ini menggunakan parameter *index exposure* yang muncul pada monitor CR.
7. Tegangan tabung (kV) adalah satuan beda potensial yang diberikan diantara katoda dan anoda di dalam tabung sinar-X. Tegangan tabung atau kilo-voltage menentukan kualitas sinar-X. Peningkatan kilovoltage pada panel kontrol akan menyebabkan peningkatan kecepatan dan energi dari elektron di tabung sinar-X. Energi sinar-X yang keluar dari tabung mempengaruhi kontras. Semakin tinggi kV, kontras semakin menurun dan meningkatkan densitas (Carlton, 2001).
8. Arus Tabung adalah jumlah elektron yang melintasi tabung dari katoda ke anoda per detik. Satuannya adalah miliampere. Ampere sama dengan muatan listrik 1 C (Coulomb) yang mengalir melalui sebuah konduktor per detik. Mili-Ampere secara langsung berbanding dengan kuat arus tabung sinar-X, jumlah elektron mencapai

target juga dikendalikan oleh lamanya waktu tabung. Waktu paparan berbanding lurus dengan jumlah elektron yang melintasi tabung sinar-X atau sama dengan jumlah sinar-X (Carlton, 2001).

9. *Second* (s) adalah satuan waktu penyinaran. Mili-Ampere second (mAs) akan menentukan kuantitas sinar-X yang dihasilkan juga mengatur intensitas radiasi, densitas film dan dosis pasien. Semakin tinggi nilai mAs, semakin tinggi densitas film maka dosis pasien juga semakin tinggi.
10. FFD adalah singkatan dari *Focus Film Distance* merupakan jarak antara sumber sinar-X dan film pada radiodiagnostik. Istilah film dapat menggantikan detektor pada Direct Digital Radiografi atau Imaging Plate pada Computer Radiografi.
11. *Brightness* dan *contras* adalah upaya pengaturan keseimbangan derajat kehitaman pada keseluruhan bagian citra, menyangkut derajat kehitaman dan perbedaan kehitaman diantara citra organ-organ yang ada. Pengaturan *brightness* dan *contras* adalah 0 atau pada posisi *middle*.

D. INSTRUMEN PENELITIAN

1. Pesawat sinar-X
2. Modalitas CR
3. Imaging Plate
4. *Anthropomorphic* Phantom servikal
5. Mistar/ penggaris
6. Citra radiografi hasil CR
7. Tabel pengolahan data

E. POPULASI DAN SAMPEL

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh radiograf servikal menggunakan phantom yang dilakukan di laboratorium Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Kemenkes Semarang. Sedangkan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra servikal yang dihasilkan dengan memberikan perlakuan variasi ukuran kolimasi sebagai berikut: 12 x 20 cm; 12 x 24 cm; 15 x 20 cm; 15 x 24 cm; 18 x 20 cm; 18 x 24 cm.

F. LANGKAH-LANGKAH PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1) Mempersiapkan alat-alat dan bahan: unit Pesawat sinar X , CR, *imaging plate* yang tela*h di-erase*, phantom servikal
2) Persiapkan dan perhatikan variabel kontrol dengan pengaturan faktor eksposi yang sama untuk setiap variasi ukuran kolimasi
3) Mengatur posisi obyek dengan servikal berada dipertengahan kaset dengan batas atas kaset pada *auricle* dan batas bawah kaset pada *jugular notch*. CP diatur pada serikal 4 dengan CR 15° cranial.
4) Mengatur luas kolimasi
5) Mengatur faktor eksposi, FFD, *contrast dan brightness*.
6) Melakukan Eksposi obyek yang pertama dengan variasi kolimasi 12 x 20 cm
7) Ulangi langkah nomer 3,4 dan 5
8) Melakukan Eksposi yang ke-dua dengan variasi kolimasi 12 x 24 cm
9) Ulangi langkah nomer 3,4 dan 5
10) Melakukan Eksposi yang ke-tiga dengan variasi kolimasi 15 x 20 cm
11) Ulangi langkah nomer 3,4 dan 5
12) Melakukan Eksposi yang ke-empat dengan variasi kolimasi 15 x 24 cm
13) Ulangi langkah nomer 3,4 dan 5
14) Melakukan Eksposi yang ke-lima dengan variasi kolimasi 18 x 20 cm
15) Ulangi langkah nomer 3,4 dan 5
16) Melakukan Eksposi yang ke-enam dengan variasi kolimasi 18 x 24 cm
17) Mencatat index exposure setiap variasi luas kolimasi
18) Mengukur noise dan kontras setiap variasi luas kolimasi
19) Melakukan pengolahan dan analisis data

G. Pengolahan dan Analisa Data

Pengolahan dan analisa data dilakukan dengan deskriptif dengan cara mengolah data hasil pengukuran kontras pada masing-masing hasil citra yang dihasilkan dan membandingkan antara kualitas citra dan dosis radiasi antara citra servikal dengan variasi luas lapangan kolimasi 12 x 20 cm; 12 x 24 cm; 15 x 20 cm; 15 x 24 cm; 18 x 20 cm dan 18 x 24 cm.

DAFTAR PUSTAKA

Dartini, 2014, Analisis Perbedaan Kualitas radiograf dan *Exposure Index (EI)* pada *Computed Radiography* dengan periode Waktu Pembacaan Imaging Plate yang Berbeda. Poltekkes Kemenkes Semarang

Aniati Murni A dan Suryana Setiawan. (1992). *Pengantar Pengolahan Citra Digital*. Indonesia : PT Elex Media Komputindo.

Ballinger, Philip, W., & Eugene D, Frank. 2003. *Merrill's Atlas of Radiographic Positions & Radiologic Procedure*.Vol:1, Mosby Elsevier.

Bontrager, Kenneth .L. dan John P. Lampignano. 2010. *Text Book of Radiographic Positioning and Related Anatomy*, Seventh Edition. Westline Industrial Drive: St.Louos.

European Commission. 1996. *European Guidelines on Quality Criteria for Diagnostic Radiographic Images*. Brussels, Luxembourg : Office for Publication of The European Communities.

Fuji Computed Radiography FCR. 2011. *General Description of Image Processing*. Japan.

Gunn, Chris. 2002. *Radiographic Imaging A Practical Approach*. Third Edition. London: Churchill livingstone.

Kane S.A. 2005. *Introduction To Physics In Modern Medicine*. Taylor and Francis, New York, USA.

Kartikasari, Dewi. Hiswara, Eri. 2015. *Dosis Pasien Pada Pemeriksaan Rutin Sinar-X Radiologi Diagnostik*. Indonesian Journal of Nuclear Science and Technology Vol. 16. http://dx.doi.org/10.17146/jstni.2015.16.2.2359.

Pearce, C. Evelyn. 2002. *Anatomi dan Fisiologi Untuk Paramedis*. Jakarta : PT. Gramedia.

Seibert, J.A. etc. 2006. *American Association of Physicists in Medicine Report* : No. 93 Acceptance Testing and Quality Control of Photostimulable Storage Phosphor Imaging Systems. One Physics Ellipse College Park.

Tiago, A, Ferreira., Wayne, Rasband. 2011. *The Image J User Guide* - Version 1.44. Canada : Centre for Research in Neuroscience McGill University, Montreal.

Lampiran 1. Susunan Organisasi Tim Peneliti dan Pemberian Tugas

No	Nama Lengkap & Gelar/NIP	Instansi Asal	Bidang Ilmu	Alokasi waktu (Jam/minggu)	Pembagian Tugas
1.	Agustina Dwi Prastanti, S.ST, M.Si NIP. 19830829 200801 2 003	Jurusan TRR	Radiografi	3 minggu (@4 jam/minggu) 2 minggu (@4 jam/ minggu) 4 minggu (@4 jam/minggu) 1 minggu (@4 jam/ minggu) 1 minggu (@4 jam/ minggu) 2 minggu (@4 jam/minggu)	Membuat proposal Mempersiapkan alat dan bahan Melakukan variasi pemotretan Melakukan analisa data Membuat laporan kemajuan penelitian Membuat laporan seminar penelitian
2	Bagus Abimanyu, S.Si, M.Pd	Jurusan TRR	Radiografi	3 minggu (@4 jam/minggu) 2 minggu (@4 jam/ minggu) 4 minggu (@4 jam/minggu) 1 minggu (@4 jam/ minggu) 1 minggu (@4 jam/ minggu) 2 minggu (@4 jam/minggu)	Membuat proposal Mempersiapkan alat dan bahan Melakukan variasi pemotretan Melakukan analisa data Membuat laporan kemajuan penelitian Membuat laporan seminar penelitian

Lampiran 2. Personalia Tenaga Peneliti

A. Ketua Peneliti

1	Nama Lengkap	:	Agustina Dwi Prastanti, S.ST, M.Si
2	Golongan, Pangkat	:	Penata/ IIIC
3	Jabatan Fungsional	:	Asisten Ahli
4	NIP	:	198308292008012003
5	Program Studi	:	D-III Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Semarang
6	Jurusan	:	Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi
7	Bidang Keahlian	:	Radiografi dan CT Scan
8	Waktu untuk riset ini	:	12 bulan

B. Anggota (1)

1	Nama Lengkap	:	Bagus Abimanyu, S.Si, M.Pd
2	Golongan, Pangkat	:	Penata Tk.I/ III D
3	Jabatan Fungsional	:	Lektor
4	NIP/NIK/Identitas lainnya	:	196509081988031002
5	Program Studi	:	D-III TRR Semarang
6	Jurusan	:	JTRR
7	Bidang Keahlian	:	Radiografi
8	Waktu untuk riset ini	:	12 bulan

C. Anggota (2)

1	Nama Lengkap	:	Andrey Nino K, S.ST, M.Eng
2	Golongan, Pangkat	:	Penata/ III C
3	Jabatan Fungsional	:	Asisten Ahli
4	NIP/NIK/Identitas lainnya	:	198208012005011001
5	Program Studi	:	D-III TRR Semarang
6	Jurusan	:	JTRR
7	Bidang Keahlian	:	Radiografi
8	Waktu untuk riset ini	:	12 bulan

Lampiran 3. Dukungan sarana dan prasarana penelitian

Sarana dan prasarana penelitian didapatkan dari unit pesawat sinar-X dan unit *Computed Radiography* maupun *imaging plate* yang berada di Laboratorium JTRR Poltekkes Semarang.

Lampiran 4. LUARAN PRODUK PENELITIAN

Penelitian dengan judul Optimasi Citra CR dan Limitasi Dosis Dengan Pengaturan Kolimasi Pada Radiograf Servikal dengan skema Bagi Calon Dosen ini dapat menjadi bahan sebagai Buku Ajar, Prosiding ataupun Jurnal Ilmiah.