

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sinar-x

Sinar-X adalah pancaran gelombang elektromagnetik yang sejenis dengan gelombang radio, panas, cahaya dan sinar ultraviolet, tetapi dengan Panjang gelombang yang sangat pendek. Sinar-X bersifat heterogeny, Panjang gelombangnya tidak bervariasi dan tidak terlihat. Perbedaan antara sinar-X dengan sinar elektromagnetik lainnya juga terletak pada panjang gelombang, dimana Panjang gelombang sinar-X sangat pendek, yaitu hanya $1/10.000$ panjang gelombang cahaya yang kelihatan. Karena Panjang yang pendek itu, maka sinar-X dapat menembus benda-benda. Panjang gelombang sinar elektromagnetik dinyatakan dalam satuan Angstrom (Rasad, 2015).

2.1.1 Sifat-sifat sinar-x

Sinar-X mempunyai beberapa sifat fisik yaitu daya tembus, pertebaran, efek radiograf, pendar feluor (fluoresensi) ionisasi dan efek biologik (Rasad, 2015).

a. Daya tembus

Sinar-X dapat menembus bahan, dengan daya tembus sangat besar dan digunakan dalam radiografi. Makin tinggi tegangan tabung (besarnya kV) yang digunakan, maka makin besar daya tembusnya, makin rendah berat atom atau kepadatan suatu benda, maka semakin besar daya tembus sinarnya.

b. Pertebaran

Apabila berkas sinar-x melalui suatu zat, maka berkas tersebut akan bertemburan ke segala jurusan, menimbulkan radiasi sekunder (radiasi hambur) pada bahan atau zat yang dilaluinya. Hal ini akan mengakibatkan gambaran radiograf dan pada film akan tampak pengaburan kelabu secara menyeluruh. Untuk mengurangi akibat radiasi hambur ini, maka diantara subjek dengan film rontgen diletakkan grid. Grid terdiri atas potongan-potongan timah tipis yang letaknya sejajar, masing-masing dipisahkan oleh bahan tembus sinar-x.

c. Penyerapan

Sinar-X dalam radiografi diserap oleh bahan atau zat sesuai dengan berat atom atau kepadatan bahan atau zat tersebut. Makin tinggi kepadatan atau berat atomnya maka makin besar penyerapannya.

d. Efek fotografik

Sinar-X dapat menghitamkan emulsi film (emulsi perak bromida) setelah di proses secara kimiawi (dibangkitkan) dikamar gelap. Fluoresensi Fluor adalah munculnya cahaya ketika radiasi sinar-X melalui suatu bahan. Sinar-X menyebabkan bahan-bahan tertentu seperti kalsium-tungstat atau zink-sulfid memancarkan cahaya (luminisensi), bila bahan tersebut dikenai radiasi sinar-X.

Luminisensi ada 2 jenis yaitu:

a. Fluoresensi, yaitu akan memancarkan cahaya sewaktu ada radiasi saja.

b. Fosforisensi, yaitu pemancaran cahaya akan berlangsung beberapa saat walaupun radiasi sudah dimatikan (after-glow).

e. Ionisasi

Ionisasi adalah kemampuan sinar-X dalam menimbulkan perubahan terhadap partikel-partikel yang dilaluinya. Efek primer sinar-X apabila mengenai suatu bahan atau zat akan menimbulkan ionisasi partikel-partikel bahan atau zat tersebut.

f. Efek Biologik

Efek biologik adalah perubahan yang timbul akibat bahan tersebut terpapar dari radiasi sinar pengion. Sinar-X akan menimbulkan perubahan-perubahan biologik pada jaringan. Efek biologik ini dipergunakan dalam pengobatan radioterapi.

2.1.2 Komponen produksi sinar-x

Menurut Sari, (2010:28), komponen produksi sinar-X meliputi:

Rumah tabung atau *tube housing*, rumah tabung terbuat dari besi baja, berfungsi untuk menahan radiasi bocor dari tabung sinar-X, menahan tegangan tinggi, pendingin tabung sinar-X, di samping itu juga berfungsi melindungi tabung sinar-X yang terbuat dari pyrex. Di dalam rumah tabung atau Tube Housing terdapat oli sebagai pendingin.

Tabung gelas hampa udara atau *glass envelope*, tabung sinar-X terbuat dari gelap atau pyrex yang tahan panas dan hampa udara. Terbuat dari pyrex gelas bertujuan agar tahan terhadap panas. Di dalam tabung gelas hampa udara terdapat dua buah elektroda yaitu katoda sebagai kutub negatif dan anoda sebagai kutub positif.

Katoda, pada katoda terdapat filamen focusing cup. Katoda berfungsi sebagai penyalur panas ke filamen. Pada filamen akan terjadi pembentukan ion negatif atau elektron apabila dipanaskan pada temperatur tertentu tergantung jenis bahan dasar pembuat filamen. Focusing cup, focusing cup melekat pada filament, yang terbuat dari bahan nikel yang memiliki muatan negatif yang cukup rendah. Focusing cup berfungsi mengarahkan awan elektron lebih ke arah menuju target.

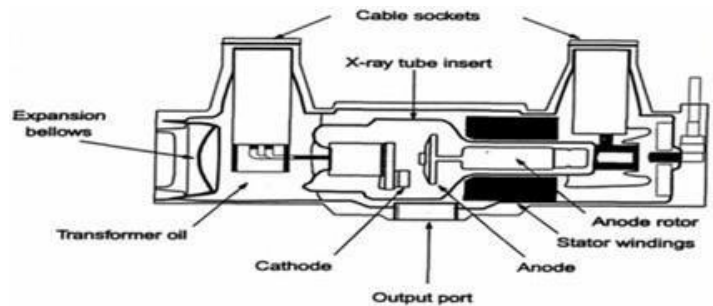
Anoda adalah tempat terjadinya tumbukan elektron setelah diberikan tegangan tabung. Perangkat Tambahan, Filter penyaring menyerap berkas sinar-X dengan intensitas yang rendah dan meneruskan berkas sinar-X dengan intensitas yang tinggi. Kolimator adalah suatu alat untuk membatasi sinar-x yang keluar dari tabung yang di pasang pada bagian bawah tabung sehingga sinar-X yang keluar dari tabung sesuai objek yang diinginkan.

2.1.3 Proses terjadinya sinar-x

Katoda (filamen) dipanaskan (lebih dari 20.000°C) sampai menyala dengan mengalirkan listrik yang berasal dari transformator. Karena panas elektron dari katoda (filamen) terlepas. Sewaktu dihubungkan dengan transformator tegangan tinggi, elektron-elektron akan dipercepat gerakannya menuju anoda dan dipusatkan ke alat pemusat (focusing cup).

Filamen dibuat relatif negatif terhadap sasaran (target) dengan memilih potensial tinggi. Awan-awan elektron mendadak dihentikan pada sasaran (target) sehingga terbentuk panas ($> 99\%$) dan sinar X ($< 1\%$). Pelindung (perisai) timah akan mencegah keluarnya sinar X dari tabung, sehingga sinar X yang

terbentuk hanya dapat keluar melalui jendela dan Panas yang tinggi pada sasaran (target) akibat benturan elektron ditiadakan oleh radiator pendingin (Rasad, 2015).



*Gambar 2.1 - Proses Terjadinya Sinar-X
(Sumber: Rasad, 2015)*

2.1.4 Efek radiasi sinar-x

Ketidak samaan berkas radiasi dengan luas lapangan kolimasi diakibatkan karena pergeseran posisi lampu atau cermin kolimator, jika hal ini terjadi radiasi yang keluar akan tidak sesuai dengan yang diatur dan akan berdampak pada penambahan dosis terhadap pasien. Terkena radiasi yang berlebihan dapat menimbulkan efek yang merugikan bagi tubuh manusia. Komisi Internasional untuk Perlindungan Radiasi (ICRP) membagi efek radiasi terhadap tubuh manusia menjadi dua, yaitu efek stokastik (stochastic effect) dan efek deterministik (deterministic effect) (Akhadi, 2000).

1. Efek Stokastik

Efek stokastik berkaitan dengan paparan radiasi dosis rendah yang dapat muncul pada tubuh manusia dalam bentuk kanker (kerusakan somatik) atau cacat pada keturunan (kerusakan genetik). Dalam efek stokastik tidak dikenal adanya dosis ambang, jadi sekecil apapun dosis radiasi yang diterima tubuh ada

kemungkinannya akan menimbulkan kerusakan sel somatik maupun sel genetik. Pemunculan efek stokastik berlangsung lama setelah terjadinya penyinaran dan hanya dialami beberapa orang diantara anggota kelompok yang menerima penyinaran.

2.Efek Deterministik

Efek deterministik berkaitan dengan paparan radiasi dosis tinggi yang kemunculannya dapat berlangsung dapat dilihat atau dirasakan oleh individu yang terkena radiasi. Efek tersebut dapat muncul seketika hingga beberapa minggu setelah penyinaran. Efek ini mengenal dosis ambang jadi hanya radiasi dengan dosis tertentu yang dapat menimbulkan efek deterministik. Radiasi dibawah dosis ambang tidak akan menimbulkan efek, namun jika melebihi dosis ambang akan menimbulkan efek seperti kulit memerah (erythema) dan kerontokan rambut (Akhadi, 2000).

2.1.5 Jenis-jenis sinar-x

1.Sinar-X karakteristik

Jika proyektil elektron berinteraksi dengan elektron kulit yang di dalam dari atom target dibandingkan dengan elektron kulit terluar, maka akan terbentuk sinar-X karakteristik. Sinar-X karakteristik dihasilkan saat interaksi dibentuk dari energi yang cukup besar sehingga mampu mengionisasi atom target dengan dengan menggeser keseluruhan elektron kulit terluar. Eksitasi pada elektron kulit yang di dalam tidak menghasilkan sinar-X. Saat proyektil elektron mengionisasi atom target dengan menggeser elektron pada kulit. Ini

merupakan kondisi yang tidak lain untuk atom target dan hal ini akan di perbaiki elektron kulit terlihat dengan jatuh kekulit .

Perpindahan elektron dari kulit terluar menuju kulit-kulit di dalamnya diringi dengan emisi sinar-X. Energi sinar-X yang di hasilkan sebanding dengan perbedaan pada energi ikat dari elektron orbital yang terlibat (Rahman, 2009).

2.Sinar-X *Bremstahlung*

Produksi panas dan sinar-X karekteristik melibatkan interaksi antara elektron provektil dan elektron atom target. Ada tipe interaksi dimana energi kinetik dari proyektil elektron berinteraksi dengan inti atom target. Pada tipe interaksi ini, energi kinetik dari proyektil elektron dikonversikan menjadi energi elektromagnetik.

Elektron proyektil yang secara utuh menghindari elektron kulit saat menembus atom target bisa mendekati inti atom target. Dikarenakan elektron bermuatan negatif dan inti bermuatan positif, maka akan terjadi gaya elektrostatik akibat gaya tarik keduanya. Saat proyektil eletron mendekati inti, gaya inti memberikan pengaruh terhadap proyektil elektron in dengan cara melambatkan proyektil elektron yang menuju inti dan kemudian memantulkan kearah Lain. Ini berakibatkan berkurangnya energi kinetik proyektil elektron dengan arah yang berlainan.

Energi kinetik ini hilang kemudian muncul kembali dalam bentuk foton sinar-X (mengingat energi tidak bisa hilang tetapi hanya berubah bentuk). Sinar-X yang seperti in disebut dengan sinar-X *Bremstahlung*. Dalam bahasa jerman,

Bremstahlung berarti perlambatan atau pengereman. Sinar-X bremsstrahlung berarti sinar-X yang terjadi akibat pengereman partikel elektron oleh inti (Rahman,2009)

2.1.6 Dasar-dasar proteksi Radiasi

Proteksi Radiasi merupakan upaya untuk melindungi diri sendiri dan lingkungan terhadap bahayanya radiasi pengion,terdapat tiga prinsip dasar proteksi radiasi meliputi pengaturan waktu, pengaturan jarak dan penggunaan perisai radiasi (Alkhadi,2000).

Asas Justifikasi menghendaki agar setiap kegiatan yang berkaitan dengan akibat paparan radiasi yang hanya boleh dilaksanakan setelah dilakukannya pengkajian yang cukup mendalam dan diketahui manfaatnya lebih besar dari pada kerugian yang ditimbulkan.

Asas optimitas menghendaki agar paparan radiasi yang berasal dari suatu kegiatan harus ditekan serendah mungkin dengan mempertimbangkan faktor ekonomi dan sosial.Asas ini juga dikenal dengan sebutan ALARA(As Low As Reasonably Achievable).

Asas limitasi menghendaki agar dosis radiasi yang diterima oleh seseorang dalam menjalankan suatu kegiatan tidak boleh melebihi batas yang telah menjadi ketetapan instansi berwenang.

2.1.7 Computer Radiografi (CR)

Pada awal diperkenalkan alat CR, proses pembentukan gambar masih membutuhkan waktu lama. Namun dalam perkembangannya saat ini proses pembentukan gambar hingga bisa dilihat pada monitor hanya membutuhkan waktu kurang dari satu menit. Salah satu kelebihan penggunaan CR yaitu proses

pembentukan gambar dalam kondisi terang atau *daylight system* (Utami, dkk. 2016).

Penggunaan CR dalam radiografi masih memakai kaset seperti pada radiografi konvensional. Hanya saja didalam kaset CR terdapat IP (*Image Plate*) sebagai media penerima gambar tanpa ada film radiografi dan IS pada radiografi konvensional. Sehingga ketika rumah sakit atau klinik melakukan konversi untuk menggunakan alat CR tidak perlu mengganti peralatan sinar-X yang sudah ada, hanya mengganti kaset radiografi konvensional dengan kaset CR (Utami, dkk. 2016).

Komponen CR:

1. Kaset CR

Seperti pada kaset konvensional, kaset CR juga memiliki ciri ringan, kuat dan dapat digunakan berulang-ulang. Kaset CR berfungsi sebagai pelindung IP dan tempat penyimpanan IP serta sebagai alat dalam memudahkan proses transfer IP menuju alat CR *reader*. Secara umum kaset CR terbungkus dengan plastik hanya pada bagian belakang terbuat dari lembaran tipis aluminium yang berfungsi untuk menyerap sinar-X. Ukuran pada kaset CR sama halnya dengan kaset film *screen* terdiri dari 18x24 cm, 24x30 cm, 35x35 cm dan kadang dijumpai ukuran 35x43 cm. (Utami, dkk. 2016).

2. IP (*Image Plate*)

Pada CR, bayangan laten tersimpan dalam IP yang terbuat dari unsur fosfor tepatnya adalah barium fluorohidride fosfor. Bagian-bagian dari IP adalah sebagai berikut:

- a. Lapisan pelindung (*protective layer*)
- b. Lapisan phosphor (*phospor layer*)
- c. Lapisan penguat (*support layer*)
- d. Lapisan belakang (*backing layer*)

IP dilengkapi dengan *barcode* yang berfungsi untuk dapat dikenali saat dilakukan pembacaan pada CR reader. (Utami, dkk. 2016).

3. Alat Pembaca CR (CR Reader)

IP dalam kaset yang telah disinari (telah dipergunakan untuk pemeriksaan) harus dimasukkan dalam alat pembaca CR. Alat pembaca CR berfungsi untuk menstimulasi elektron yang terperangkap pada IP menjadi bentuk cahaya biru yang dikirim ke PMT (*photomultiplier tube*) yang selanjutnya dirubah dalam bentuk signal analog. Selanjutnya *signal analog* dirubah menjadi digital oleh ADC (*Analog Digital Converter*) dan dikirim ke komputer untuk ditampilkan dalam monitor.

Selanjutnya gambar dapat disimpan atau dicetak sesuai dengan kebutuhan. Sedangkan IP yang telah discan dilakukan penghapusan yang bertujuan untuk membersihkan sisa elektron yang terperangkap dalam IP dengan cara diberikan cahaya kuat (UV). (Utami, dkk. 2016).

4. Printer (*imager*)

Apabila foto dikehendaki untuk dicetak maka gambar dapat dikirim ke bagian *imager* untuk dicetak sesuai yang diinginkan karena *imager* itu sendiri mempunyai fungsi sebagai pencetak gambaran. Pada proses percetakan ini tidak memerlukan kamar gelap lagi karna dapat dicetak langsung didalam *dry image*

tanpa harus dikamar gelap. (Utami, dkk. 2016).

2.1.8 Kualitas Radiograf

Sebuah radiograf diharuskan bisa memberikan informasi yang jelas dalam upaya menegakkan diagnosa. Ketika radiograf yang dihasilkan mempunyai semua informasi yang dibutuhkan dalam memastikan sebuah diagnosa, maka sebuah radiograf harus memenuhi beberapa aspek yang akan dinilai dalam radiografi, yaitu:

a. Densitas (*Density*)

Densitas adalah derajat kehitaman pada film, hasil dari eksposi film setelah diproses menghasilkan efek penghitaman karena sesuai dengan sifat emulsi film akan menghitam apabila dieksposi. Derajat kehitaman ini tergantung pada tingkat eksposi yang diterima baik itu kV maupun mAs.

b. Kontras (*Contrast*)

Kontras adalah perbedaan densitas pada area yang berdekatan dalam radiograf. Kontras pada bagian gambar yang berbeda pada gambaran akan gambaran tersebut. Semakin besar nilai kontras, maka gambar semakin jelas terlihat.

c. Ketajaman (*Sharpness*)

Ketajaman adalah kemampuan memperlihatkan bagaimana perubahan densitas pada perbatasan antara daerah yang berdekatan. Radiograf dikatakan memiliki ketajaman optimum apabila batas antara bayangan satu dengan bayangan lainnya dapat terlihat jelas.

d.Detail (*Resolution*)

Detail adalah kemampuan untuk memperlihatkan struktur yang sangat kecil pada sebuah gambaran radiografi. Detail radiografi menggambarkan ketajaman dengan struktur-struktur terkecil dari radiograf (Rahman, 2009).

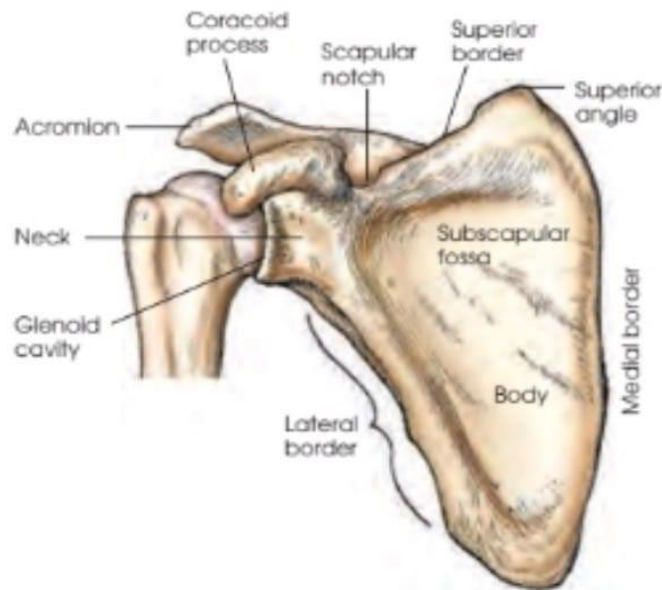
2.2 Anatomi dan Patologi

2.2.1 Anatomi *Procesus coracoid*

Procesus coracoid merupakan bagian kecil berbentuk kait dari scapula, yang menonjol ke arah anterolateral pada aspek superior leher *scapula*. *corakoid* berkontribusi terhadap stabilitas anterosuperior sendi *glenohumeral* dan *prosesus korakoid* adalah bagian dari kompleks suspensi bahu (van Doesburg et al., 2020).

Procesus coracoid merupakan pegangan utama yang menghubungkan *klavikula* dengan *scapula*. Bersama dengan *acromion* dan *ligament korakoakromial*, *prosesus koracoid* ini membentuk lengkung diatas tulang belikat (Kennedy et al., 2017).

Procesus coracoid merupakan jangkar penting bagi beberapa struktur tendon dan ligament, termasuk dari arah medial hingga lateral, tendon otot *pektoralis minor*, *korakobrachialis* dari arah lateral hingga medial. Otot *pektoralis minor* terletak di bagian dalam *pektoralis mayor*. Otot ini berasal dari aspek anterior tulang rusuk dan masuk ke aspek superior *prosesus coracoid* disepanjang tepi medial (Mohammed et al., 2016).



Gambar 2.2 *scapula*
(Sumber : Bruce W.Long, Jeannean Hall Rollins, 2016)

2.2.2 Patologi

Ada beberapa indikasi yang bisa terjadi pada *procesus coracoid*, antara lain:

1. Fraktur

Fraktur merupakan gangguan integrasi pada tulang dikarenakan adanya tekanan yang berlebihan hingga terjadinya retakan atau patah pada bagian tulang yang utuh. Fraktur tidak selalu disebabkan oleh trauma yang berat, kadang-kadang trauma ringan saja dapat menimbulkan fraktur bila tulangnya sendiri terkena penyakit tertentu. (Rasad, 2015).

2. Dislokasi

Dislokasi adalah pergeseran tulang ke tulang yang lainnya dari posisi normalnya. Sendi yang tidak berhubungan dengan satu sama lain disebut

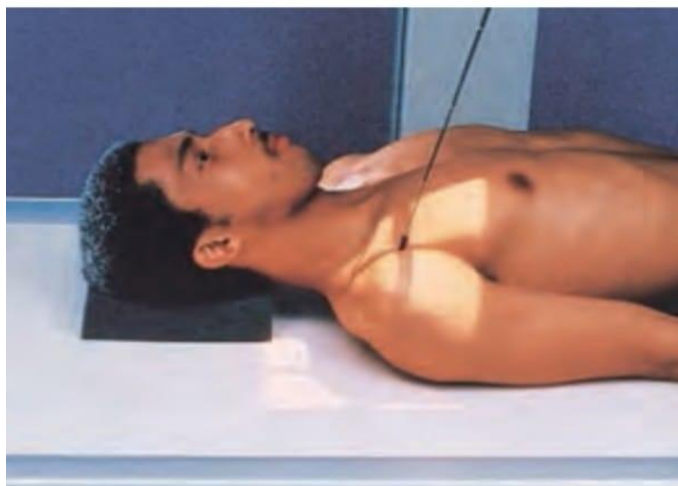
dengan dislokasi, sedangkan sendi yang masih terhubung satu sama lain disebut sublukasi.(Rasad,2015).

3.Fisura adalah cela pada tulang.

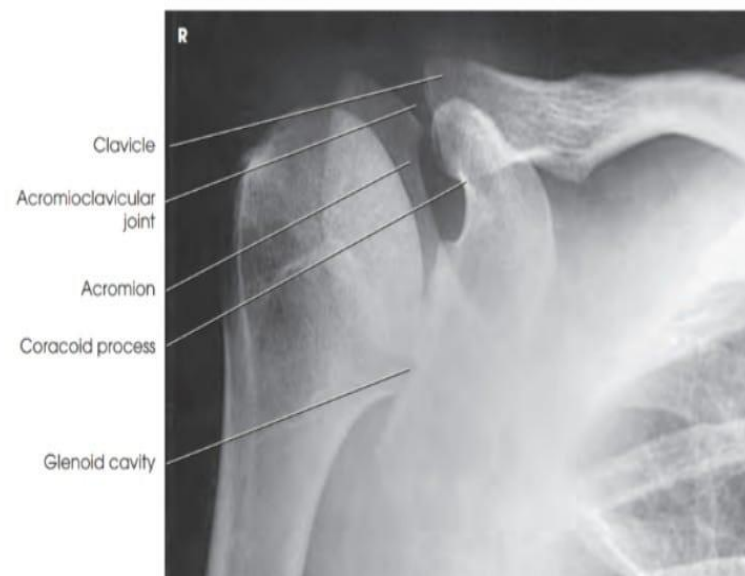
2.2.3 Teknik Pemeriksaan

Menurut teori (Bruce W.Long, Jeannean Hall Rollins, 2016),teknik pemeriksaan *procesus coracoid* proyeksi *Anteroposterior Axial* yaitu sebagai berikut:

Proyeksi *Anteroposterior Axial* Posisi pasien supine dengan kedua arm disamping tubuh.Posisi Objek, Atur posisi tubuh sehingga pertengahan dari *procesus coracoid* yang diperiksa berada pada pertengahan grid. Letakkan kaset sehingga pertengahan film akan bersamaan dengan arah sinar (CR).*Central Ray* Arahkan 15-45 derajat kearah *cranially* . *Central Point* Pada pertengahan bahu (*procesus coracoid*).



Gambar 2.3 Proyeksi Anteroposterior Axial (Bruce W.Long, Jeannean Hall Rollins, 2016).

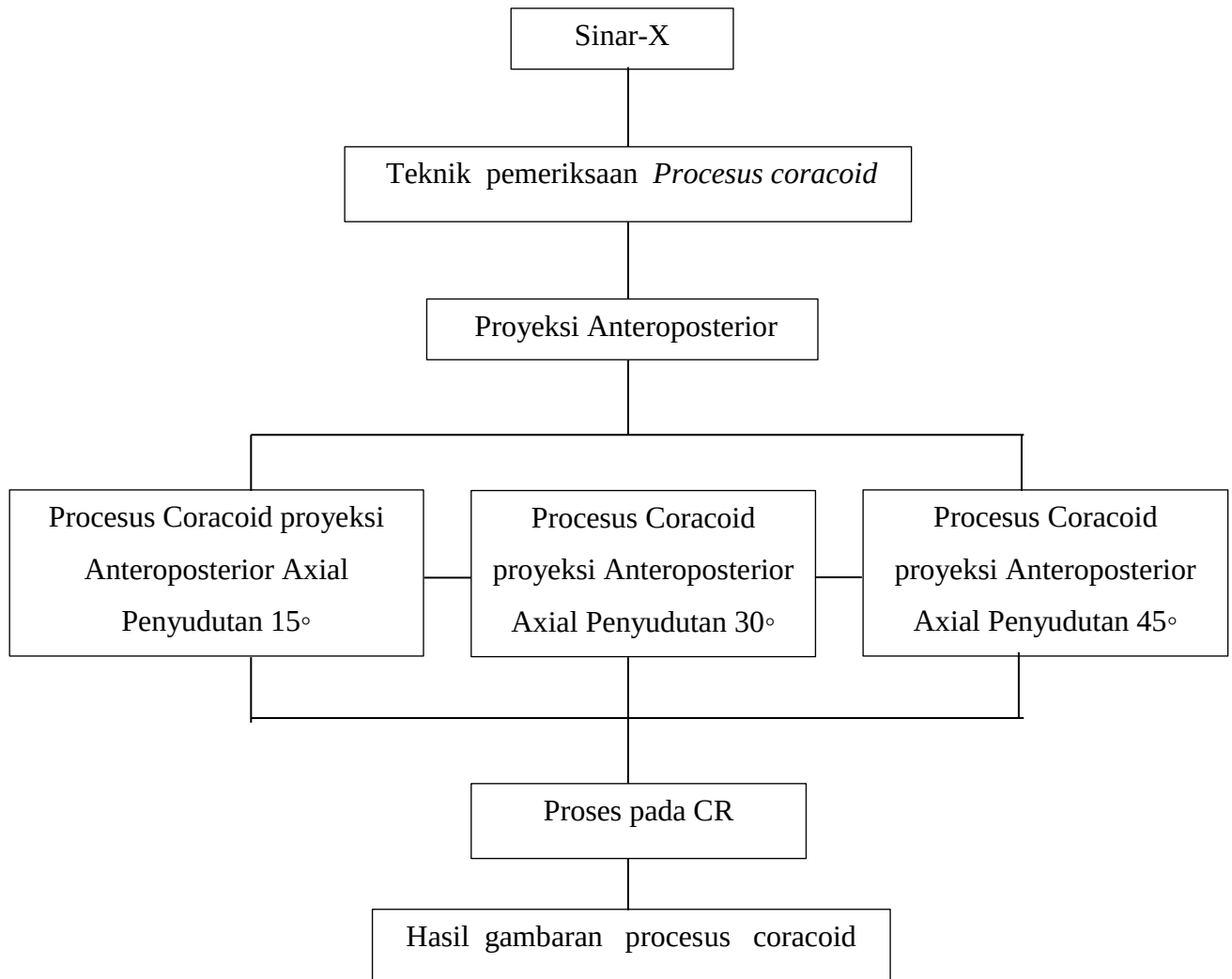


Gambar 2.4 Hasil Radiograf *Procesus Coracoid* (Bruce W.Long, Jeannean Hall Rollins, 2016).

Kriteria Radiograf Tampak gambaran *procesus coracoid* yang sedikit memanjang *inferosuperior*, *clavicula* sedikit superposisi dengan *procesus coracoid* dan tampak jelas *procesus coracoid* yang sedikit superposisi.

2.3 Kerang Teori

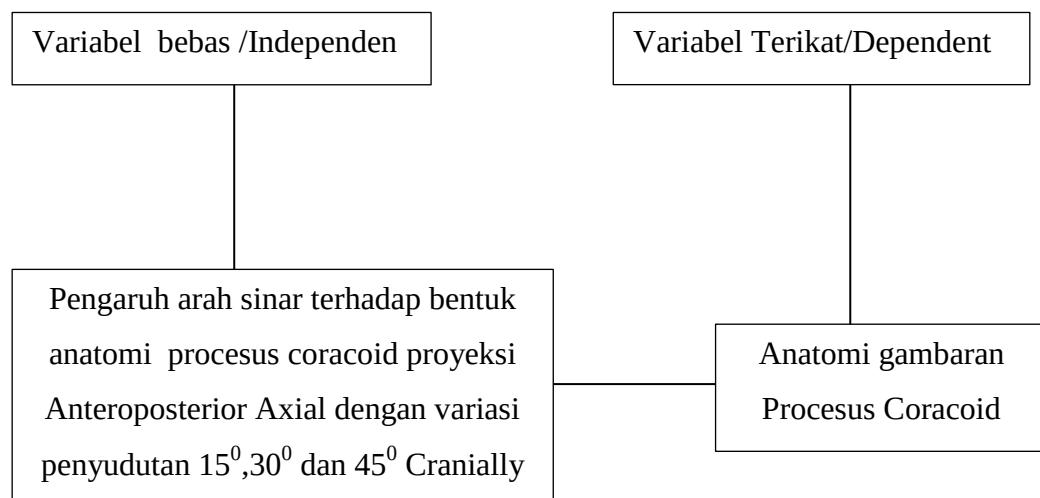
Menurut (Adiputra Sudarma & Trisnadewi, Ni Wayan, 2021), kerangka teori merupakan suatu kerangka untuk menjawab pertanyaan penelitian, menunjukkan pada sumber penyusunan kerangka dapat berupa teori yang ada.



Gambar 2.5 Kerangka Teori

2.4 Kerangka konsep

Menurut (Muh Jasmin, Risnawati, Rahma Sari Siregar, 2023), Kerangka konsep penelitian adalah suatu uraian dan visualisasi hubungan atau kaitan antara konsep satu terhadap konsep yang lainnya, atau antara variable yang satu dengan variable yang lainnya dari masalah yang diteliti.



Gambar 2.6 *Kerangka konsep*

2.5 Hipotesis

Hipotesis merupakan jawaban sementara terhadap rumusan masalah penelitian, di mana rumusan masalah penelitian telah dinyatakan dalam bentuk kalimat pertanyaan. Dikatakan sementara karena jawaban yang diberikan baru didasarkan pada teori yang relevan, belum didasarkan pada fakta-fakta empiris yang diperoleh melalui pengumpulan data (Sugiyono, 2020).

Hipotesis dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Hipotesis Alternatif(Ha)

Ada perbedaan perbandingan hasil gambaran *procesus coracoid* proyeksi *Anteroposterior Axial* dengan variasi penyudutan 15°, 30° dan 45° *cranially*.

2. Hipotesis Nol

Tidak ada perbedaan perbandingan hasil gambaran *procesus coracoid* proyeksi *Anteroposterior Axial* dengan variasi penyudutan 15^0 , 30^0 dan 45^0 *cranially*

2.6 Definisi Operasional

Tabel 2.1 Definisi Operasional

Variabel	Definisi Operasional	Alat ukur	Cara ukur	Skala ukur	Hasil ukur
Variasi	Penyudutan sinar-x	Pesawat	Mengatur	Nominal	Penyudutan
Penyudutan	secara <i>cranially</i> dalam pemeriksaan <i>procesus coracoid</i> proyeksi AP	Sinar-x	arah sinar pada pesawat		15^0 , 30^0 dan 45^0 <i>cranially</i>
	Axial divariasikan jadi tiga penyudutan 15^0 30^0 dan 45^0		sinar-x		
Informasi	<i>Procesus coracoid</i>	kusioner	membagikan	ordinal	skala liker
Anatomi	adalah struktur		kusioner		4:sangat
<i>Procesus coracoid</i>	tulang seperti kait yang menonjol kearah antero lateral dari leher <i>scapula</i>		kepada responden untuk dinilai		baik 3:baik 2:cukup 1:kurang