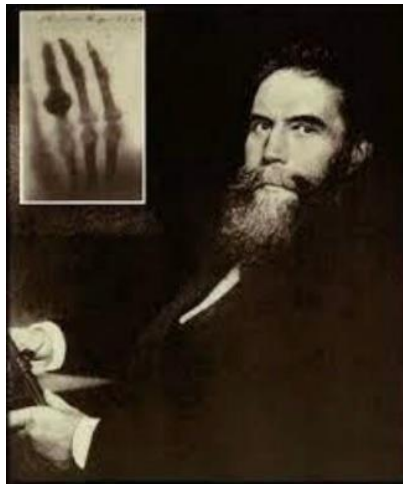


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sinar-X

Sinar-X merupakan pancaran dari gelombang elektromagnetik yang sejenis dengan gelombang radio, panas, cahaya, dan sinar ultraviolet, tetapi dengan gelombang yang sangat pendek. Sinar-X memiliki sifat heterogen serta memiliki Panjang gelombang yang bervariasi dan tidak terlihat. Sinar-X memiliki Panjang gelombang yaitu $1/10.000$ cm panjang gelombang cahaya, karena memiliki panjang gelombang yang pendek maka Sinar-X dapat menembus benda- benda. Panjang gelombang elektromagnetik dinyatakan dalam satuan angstrom $1\text{\AA} = 10^{-8}$ cm. ($1/100.000.000$ cm) (Rasad, 2015). Penemu dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Penemu Sinar -X Wilhelm Conrad Rontgen
(Sumber : Akhadi, 2020)

2.1.1 Sifat- Sifat Sinar -X

Menurut (Rasad, 2015), Sinar-X memiliki beberapa sifat berikut:

a. Daya Tembus

Sinar-X dapat menembus bahan, dengan daya tembus yang sangat besar

yang digunakan dalam radiografi. Semakin tinggi tegangan tabung (besarnya kv) yang digunakan, maka semakin besar daya tembusnya.

b. Radiasi Hambur

Apabila berkas Sinar-X melalui sesuatu bahan atau suatu zat, maka berkas tersebut akan bertebaran ke segala jurusan, yang akan menimbulkan radiasi sekunder (radiasi hambur) pada bahan atau zat yang akan dilaluinya. Hal ini akan mengakibatkan pada gambaran radiograf serta film akan terjadi pengaburan kelabu secara menyeluruh. Maka dari itu untuk mengurangi akibat radiasi hambur ini, antara subjek dan rontgen diletakkan grid.

c. Penyerapan

Sinar-X dalam radiografi akan diserap oleh bahan atau suatu zat sesuai dengan berat atom atau kepadatan bahan atau zat tersebut.

d. Efek Fotografik

Sinar-X akan menghitam emulsi film (emulsi perak bromida) setelah diproses dengan proses kimiawi (dibangkitkan) di dalam kamar gelap.

e. *Pendar Flour* (flurosensi)

Sinar-X akan menyebabkan bahan-bahan tertentu seperti kalsium-tungstat atau zink-sulfid memedarkan cahaya (luminisensi), bila bahan tersebut dekenai radiasi Sinar-X. Luminisensi dibagi menjadi dua yaitu:

1. Flurosensi akan memedarkan suatu cahaya sewaktu ada radiasi Sinar-X saja.
2. Flurosensi pemedaran akan berlangsung beberapa saat walaupun radiasi Sinar-X sudah dimatikan.

f. Ionisasi

Efek primer Sinar-X yang apabila mengenai bahan atau zat akan menimbulkan ionisasi partikel-partikel bahan atau zat tersebut.

g. Efek Biologik

Sinar-X akan menimbulkan perubahan-perubahan biologik pada jaringan. Efek tersebut digunakan dalam pengobatan radioterapi.

2.2 Komponen Sinar-X

2.2.1 Rumah Tabung (*Tube Housing*)

Rumah tabung terbuat dari besi baja, berfungsi untuk menahan radiasi bocor dari tabung Sinar-X (*insert tube*), menahan tegangan tinggi, pendingin tabung Sinar-X, disamping itu juga berfungsi melindungi *insert tube* yang terbuat dari *pyrex*. Didalam rumah tabung dan diluar tabung Sinar-X (*insert tube*) terdapat oli yang berfungsi untuk pendingin (karena 95% - 99% hasil tumbukan antara elektron dengan anoda adalah panas dan 5% - 1% adalah Sinar-X (Sari, 2010)).

2.2.2 Tabung Sinar-X

Tabung Sinar-X terbuat dari gelas atau *pyrex* yang tahan panas dan bagian bawah *pyrex* terdapat jendela atau *window* dengan ketebalan kurang dari 5 cm. Pada pesawat mamografi, *window* terbuat dari bahan beryllium dengan tujuan mencegah terjadinya atenuasi pada energi yang akan sedikit atom-atom udara didalam tabung (Sari, 2010).

a. Katoda

Katoda berfungsi sebagai kutub negatif. Pada katoda terdapat filamen dan *focussing cup*. Katoda berfungsi sebagai penyalur panas ke filamen.

1. Filamen

Filamen terbuat dari kawat Tungsten yang memiliki Panjang kawat 7–15 mm, diameter lilitan 1 – 2 mm, tebal kawat atau diameter kawat 0,1– 0,2 mm, dan memiliki titik didih 3370 C°.

2. *Focusing cup*

Focusing cup melekat pada filamen, terbuat dari bahan nikel yang memiliki muatan negatif yang rendah. *Focusing cup* berfungsi mengarahkan awan elektron awan elektron sehingga arah pergerakan elektron lebih terarah menuju target (Sari, 2010).

b. Anoda

Anoda adalah tempat terjadinya tumbukan pada elektron saat diberikan tegangan tinggi. Ada dua jenis anoda diantaranya :

1. Anoda Diam

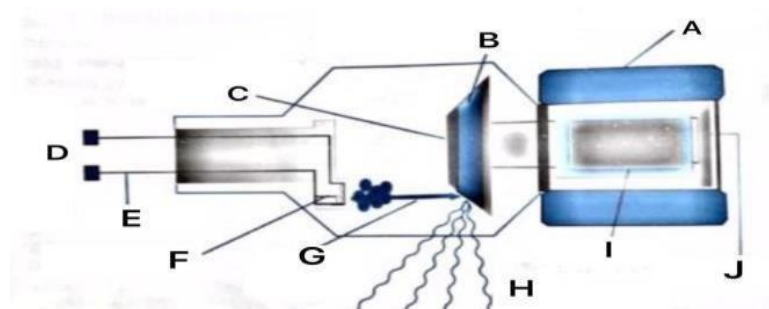
Anoda diam terbuat dari tungsten atau campuran antara tungsten dengan tembaga. Anoda diam sudah jarang digunakan karena lebih cepat rusak akibat tumbukan yang terjadi disatu titik. Anoda yang rusak akan mengakibatkan Sinar-X yang diproduksi tidak konstan. Pesawat Sinar-X yang menggunakan anoda diam adalah pesawat dental, dengan energi yang kecil dan terbatas.

2. Anoda Putar

Pada anoda putar, bagian depannya terdapat target yang berfungsi sebagai tempat terjadinya tumbukan elektron dari filamen. Kemiringan target berkisar antara 7 – 15 derajat (Sari, 2010).

2.2.3 Terbentuknya Sinar-X

Menurut (Utami et al., 2018), terbentuknya Sinar-X terjadi dari aliran arus listrik menuju filamen katoda. Pemanasan filamen katoda atau sering disebut dengan proses termionik, akan melepaskan elektron terluar dari atom filamen katoda dan berkumpul di sekitar katoda. Selanjutnya diberikan beda potensial tinggi antara anoda dan katoda mengakibatkan kumpulan elektron tersebut bergerak dan menumbuk anoda. Tumbukan elektron pada anoda dihentikan mendadak atau terjadi pengereman. Terbentuknya Sinar-X dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Terbentuknya Sinar-X
(Sumber : Rini Indrati, 2017)

2.3 Digital Radiography (DR)

Digital radiografi adalah sebuah bentuk pencitraan Sinar-X, dimana sensor-sensor Sinar-X digital digunakan menggantikan film fotografi konvensional. Dan processing kimiawi digantikan dengan sistem komputer yang terhubung dengan monitor atau *Lasser Printer* (Suryaningsih & Susanto 2015). Sistem *Digital*

Radiography (DR) merupakan sistem pencitraan gambar diagnostik secara digital yang tidak lagi menggunakan sistem kaset atau *image receptor* lainnya. *Digital Radiography* dapat dilihat pada Gambar 2.3.

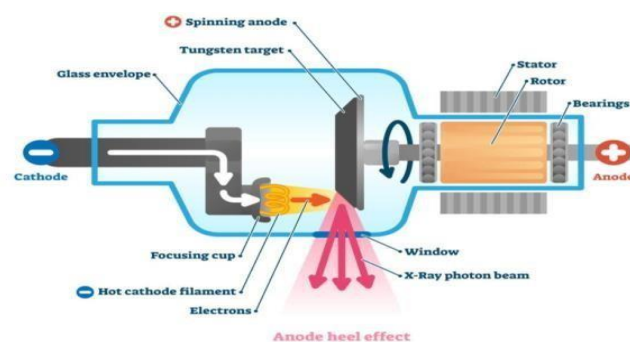


Gambar 2.3 *Digital Radiography*
(Sumber : Suryaningsih & Susanto, 2015)

2.3.1 Komponen *Digital Radiography*

a. *X-Ray*

Sumber yang digunakan untuk menghasilkan Sinar-X pada *Digital Radiography (DR)* sama dengan sumber sinar pada radiografi konvensional (Suryaningsih & Susanto, 2015) dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 *X-Ray*
(Sumber : Anggadwita & Mustafid, 2014)

b. *Image Receptor*

Detektor berfungsi sebagai *image receptor* yang menggantikan keberadaan kaset dan film. Ada dua tipe alat penangkap digital, yaitu *Flat Panel Detector*

dan *High Density Line Scan Solid State Detector* (Suryaningsih & Susanto, 2015) dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 *Image Receptor*
(Sumber : Anggadwita, 2014)

c. *Analog to Digital Converter*

Komponen ini berfungsi untuk mengubah data analog yang dikeluarkan *detector* menjadi data *digital* yang dapat diinterpretasikan oleh komputer (Suryaningsih & Susanto, 2015).

d. *Komputer*

Untuk mengolah data, manipulasi *image*, menyimpan data-data (*image*) dan menghubungkannya dengan *output device* atau *workstation* (Suryaningsih & Susanto, 2015) dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Komputer Radiografi
(Sumber : Anggadwita, 2014)

e. *Output Device*

Sebuah sistem radiografi digital memiliki monitor untuk menampilkan gambar. Melalui monitor ini, radiografer dapat menentukan layak atau tidaknya gambar untuk diteruskan kepada *work station radiolog*. Media yang digunakan untuk mencetak gambar berupa film khusus (*dry view*) yang tidak memerlukan proses kimiawi untuk menghasilkan gambar. Gambar yang dihasilkan dapat langsung dikirimkan dalam bentuk *digital* ke radiolog diruang baca melalui jaringan *work station*. Dengan cara ini, dimungkinkan pembacaan foto melalui teleradiologi. (Suryaningsih & Susanto, 2015).

2.4 Kelebihan *Digital Radiography*

Digital Radiography memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan radiografi konvensional, diantaranya: (Lampignano & Kendrick, 2018). Cepat dan efisien karena tidak membutuhkan kamar gelap untuk pencetakan film. Hasil lebih akurat. System Sinar-X (pesawat) dapat digunakan dengan dilakukan modifikasi. Tidak membutuhkan ahli komputer karena perangkat lunak yang digunakan untuk mengatur *image* mudah digunakan. Penolakan film dapat ditekan.

2.4.1 Kekurangan *Digital Radiography*

Digital Radiography memiliki beberapa kekurangan dibandingkan dengan *radiography* konvensional, diantaranya: (Lampignano & Kendrick, 2018) Dibutuhkan dana yang besar untuk mengganti fasilitas *Digital Radiography*. Kesalahan faktor ekspos yang terlalu parah tidak dapat diperbaiki. Walaupun dapat mengurangi dosis yang diterima pasien, *Digital Radiography* justru lebih sering meningkatkan dosis pasien, karena overekspos tidak akan pernah terdeteksi (dapat dikurangi dengan mudah dalam proses komputer).

Sehingga radiografer cenderung menambah faktor ekspos. Pengulangan pemeriksaan (sebelum dicetak) tidak akan menambah jumlah film yang digunakan, sehingga menurunkan tingkat kehati-hatian radiografer.

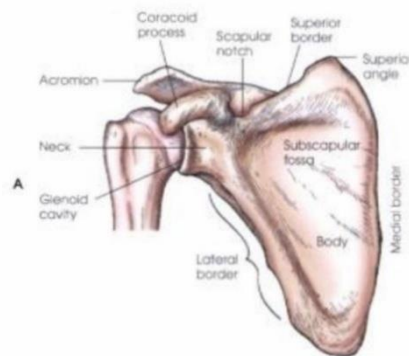
2.5 Anatomi *Shoulder Joint*

Shoulder joint terdiri dari 3 tulang yaitu tulang *clavicula*, tulang *scapula*, dan tulang *humerus*. Fungsi *clacviula* dan *scapula* adalah untuk menghubungkan setiap ekstremitas atas pada tulang atau kerangka aksial. Pada anterior *Shoulder joint* menghubungkan ke bagian atas sternum, tetapi pada bagian *posterior* penghubungnya tidak lengkap karena *scapula* terhubung pada bagian otot-otot saja (K. L. Bontrager & Lampignano, 2014).

a. *Os Scapula*

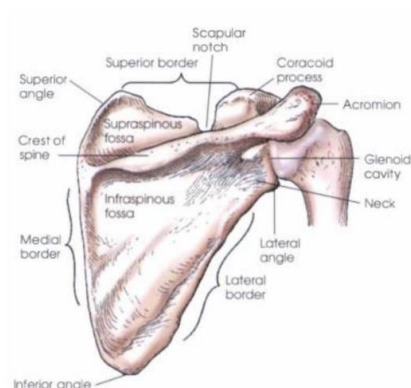
Os scapula atau biasa disebut dengan tulang belikat membentuk bagian belakang gelang bahu dan terletak disebelah belakang *thorax* yang lebih dekat ke permukaan dari pada iga. Bentuknya segitiga pipih yang memperlihatkan dua permukaan, tiga sudut dan tiga sisi. *Costalscapula* (bagian anterior) yang sedikit

cekung dan berisi *fossa subscapular*. Itu diisi hampir seluruhnya oleh perlekatan otot *sub scapularis*. Otot seratus anterior menempel pada batas medial permukaan kosta dari sudut *superior* ke sudut *inferior* (Ballinger & Frank, 2003). Anatomi Scapula Costal dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Anatomi *Scapula Costal*
(Sumber : Ballinger & Frank, 2003)

Dorsal scapula (bagian *posterior*) permukaan dibagi menjadi dua bagian dengan *processus spinosus* yang menonjol. Daerah di atas tulang belakang disebut *fossa supraspinous*, otot *infra pinatus* juga berasal dari bagian di bawah tulang belakang, yang disebut *fossa infrapinuous* (Ballinger & Frank, 2003). Anatomi dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Anatomi *Scapula Dorsal*
(Sumber : Bllinger & Frank, 2003)

b. Os Humerus

Os humerus adalah tulang terbesar dan terpanjang pada tungkai atas. Panjangnya pada orang dewasa sama dengan sekitar seperlima dari tinggi badan. *Os humerus* berartikulasi dengan *os scapula* (tulang belikat) pada sendi bahu (K. L. Bontrager & Lampignano, 2014).

Pada bagian proksimal terdapat *caput humerus* atau kepala humerus, *anatomical neck* atau *collum anatomicum*, dua buah *tuberculum* yaitu *tuberculum mayor* dan *tuberculum minor* serta *surgical neck* atau *collum chirurgicum*. *Caput humerus* terletak *oblique* pada bagian tengah *humerus* dan bersambung dengan *cavitas glenoidalis* dari *os scapula*. Tepat pada bidang *oblique* yang sama dibatasi oleh bidang yang sempit yang disebut *collum anatomicum*. *Tuberculum mayor* berada pada aspek lateral anterior dibawah *collum anatomicum*, dan *tuberculum minor*, berada pada aspek medial dapat dilihat pada Gambar 2.9.

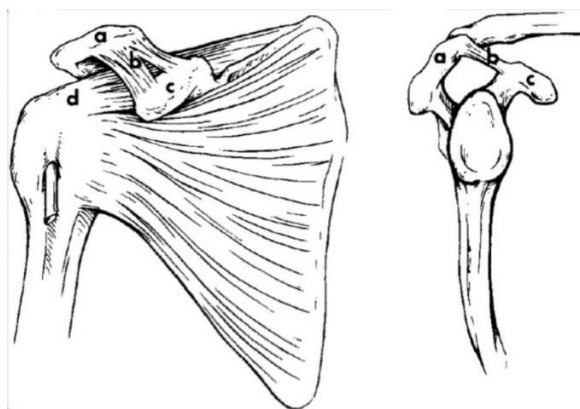


Gambar 2.9 Anatomi *Humerus*
(Sumber : Bontrager & Lampignano)

c. Os Coracoacromial outlet

Ligamentum coracoacromial outlet menghubungkan *acromion* dan *prosesus coracoid scapula*, membentuk *penhan statis osseoligamen* terhadap

perpindahan kepala humerus *superior*. *Coracoacromial outlet* telah lama terlibat sebagai pembangkit nyeri pada *syndrom impigement* seperti yang dijelaskan oleh *Neer*. Bertujuan untuk memberikan tinjauan komprehensif tentang anatomi atau fungsi dari *coracoacromial outlet* untuk lebih memahami perannya dalam patofisiologi dan pengobatan *syndrom impigement* dan *artrropati rotator cuff*. Anatomi dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Anatomi *Coracoacromial Outlet*
(Sumber : Albert Lin)

d. Os *Acromioclavicular joint*

Sendi *acromioclavicular joint* dikelilingi oleh kapsul dan memiliki *sinovium intra – artikular* dan antarmuka tulang rawan artikular. *Diskus artikular* biasanya ada di sendi, tetapi ini bervariasi dalam ukuran dan bentuk. Kapsul sendi *acromioclavicular joint* cukup tipis, tetapi memiliki dukungan ligamen yang cukup besar, ada 4 ligamen *acromioclavicular joint* : *superior*, *inferior*, *anterior*, dan *posterior*. Kompleks ligamen *coracoacromialavicular* terdiri dari ligamen *konoid* dan *trapesiu*. Sendi *acromioclavicular* merupakan lokasi yang sering terkena cedera pada patologi *degeneratif*. Anatomi dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Anatomi *Acromioclavicular Joint*
(Sumber : MF Saccomanno dkk)

2.6 Patologi *Shoulder Joint*

Secara umum penyakit atau kelainan yang dijumpai pada pemeriksaan tulang baik eksremitas dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu trauma dan non-trauma. Pasien dengan riwayat trauma tulang seperti fraktur, dislokasi, dan ruptur jaringan. Pemeriksaan yang relevan dengan klinis ruptur jaringan yaitu pemeriksaan MRI. Klinis non-trauma terdiri dari *ostheoarthritis*, *skiliosis*, *spondylisis*, dan *spodylithosis* (Asih Puji Utami, dkk, 2018).

a. Fraktur

Fraktur adalah trauma kompresi hebat dapat menyebabkan frakturdislokasi dengan rupturnya satu diskus, jika terjadi fraktur komunita, rupturnya dua diskus. (Setiati Siti, dkk., 2014). Fraktur adalah gangguan kontinuitas jaringan tulang yang terjadi jika tulang dikenai stres yang lebih besar dari yang diabsorsinya yang terjadi pada ruas-ruas tulang pinggul karena adanya trauma/benturan yang dapat menyebabkan tulang patah dapat berupa trauma langsung atau tidak langsung (Arif Mansjoer, 2014).

b. Dislokasi

Dislokasi adalah kondisi medis di mana tulang pada sendi bergeser atau keluar dari posisi normalnya. Semua sendi di tubuh dapat mengalami dislokasi, tetapi yang paling umum terjadi adalah pada bahu dan jari tangan. Dislokasi sering kali disebabkan oleh benturan keras, seperti saat jatuh, kecelakaan, atau cedera saat berolahraga. Dislokasi pada *shoulder joint* adalah kondisi dimana *humerus* terlepas dari *glenoid*, yang merupakan sendi paling fleksibel dalam tubuh manusia. (Asih Puji Utami, dkk, 2018).

c. Arthritis

Definisi arthritis adalah penyakit degeneratif (penuaan) yang umum terjadi pada sendi-sendi dengan ciri hilangnya tulang rawan (*cartilago*) sendi dan adanya pembentukan tulang baru disekitar sendi (*osteofit*) dan disertai penyempitan sendi (Puji Utami, dkk, 2018).

d. Osteoarthritis

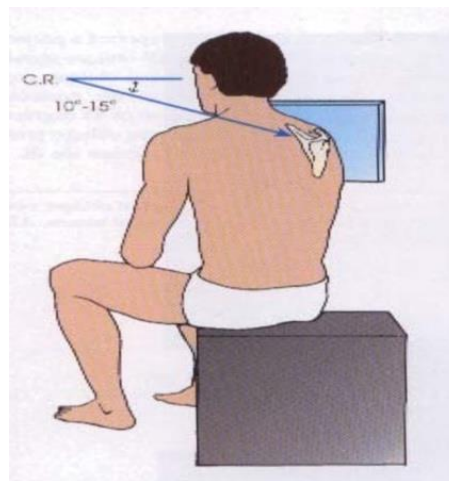
Osteoarthritis adalah penyakit progresif orang lanjut usia. Umumnya dimulai sebagai monoarthritis. Sebuah sendi besar, misalnya panggul atau bahu, dapat terserang, tetapi dapat tersebar ke lutut dan sendi lain. Perubahan degeneratif (mundur) terjadi dalam tulang rawan sendi dengan terbentuknya bibir di pinggirannya dan berakibat rasa sakit pada kaki dan terbatasnya gerakan (Evelyn C. Pearce, 2019).

e. *Impigement Syndrome*

Shoulder Impigement Syndrome terjadi akibat trauma mekanis dari tendon *rotator cuff* yang berada dibagian *antero-inferior* dari *acromion* dan terjadi penyempitan akibat posisi bahu bergerak fleksi dan *internal* rotasi *shoulder*.

2.7 Teknik Pemeriksaan *Shoulder Joint* Proyeksi Tangensial

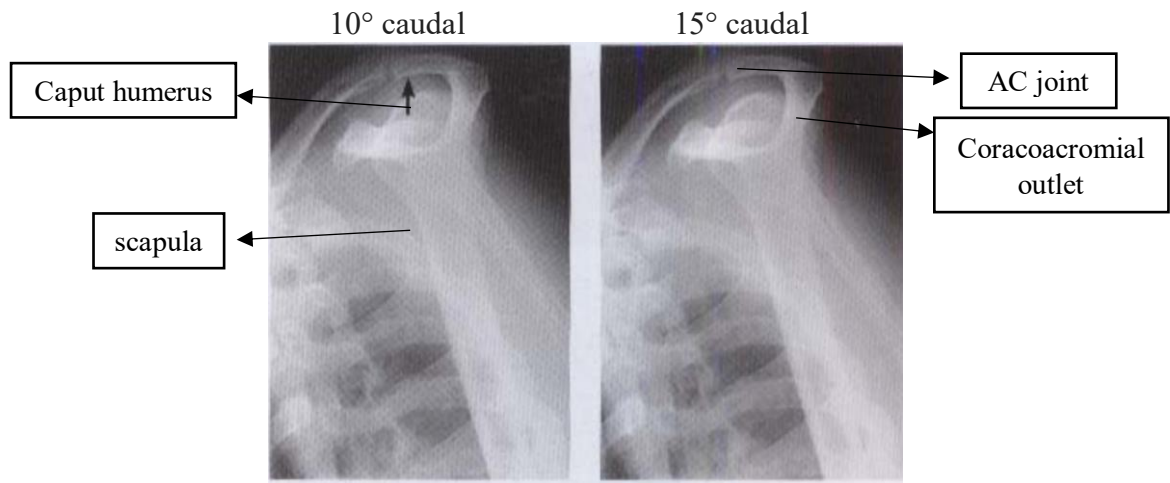
Posisi pasien (Ballinger, 2003) pasien posisi duduk atau berdiri dengan muka menghadap ke film (*vertikal grid device*).



Gambar 2.12 *Shoulder Joint* Proyeksi Tangensial
(Sumber : Balingers, 2003)

Gambar 2.12 menunjukkan posisi obyek *Shoulder* pada sisi yang diperiksa diposisikan pada pertengahan film serta menempel pada film. Pasien dirotasikan kesisi yang tidak diperiksa sehingga membentuk sudut 45° - 60° terhadap bidang film. *Scapula* pada sisi yang diperiksa diraba serta diatur *scapula* tersebut tegak lurus film. Lindungi gonad dan pasien tahan nafas selama eksposi.

Central Ray : Arahkan CR 10° dan 15° kearah caudal, pada sisi medial dari humeral head , menembus bagian *posterosuperior* dari *clavícula*, Focus film distance (FFD) : 100 CM, Faktor eksposi : KV, MaS.



Gambar 2.13 Hasil Gambaran Proyeksi Tangensial Arah Sinar 10° dan 15° Caudal
(Sumber : Balingers, 2003)

Kriteria gambaran:

Gambar outlet tangensial menunjukkan permukaan *posterior acromion* dan sendi acromioclavicular yang didefinisikan sebagai batas *superior* outlet coracoacromial. *Caput humerus* diproyeksikan di bawah sendi acromioclavicular, *caput humerus* dan sendi acromioclavicular dengan detail tulang, humerus dan badan *scapula* umumnya sejajar.

2.8 Kerangka Teori

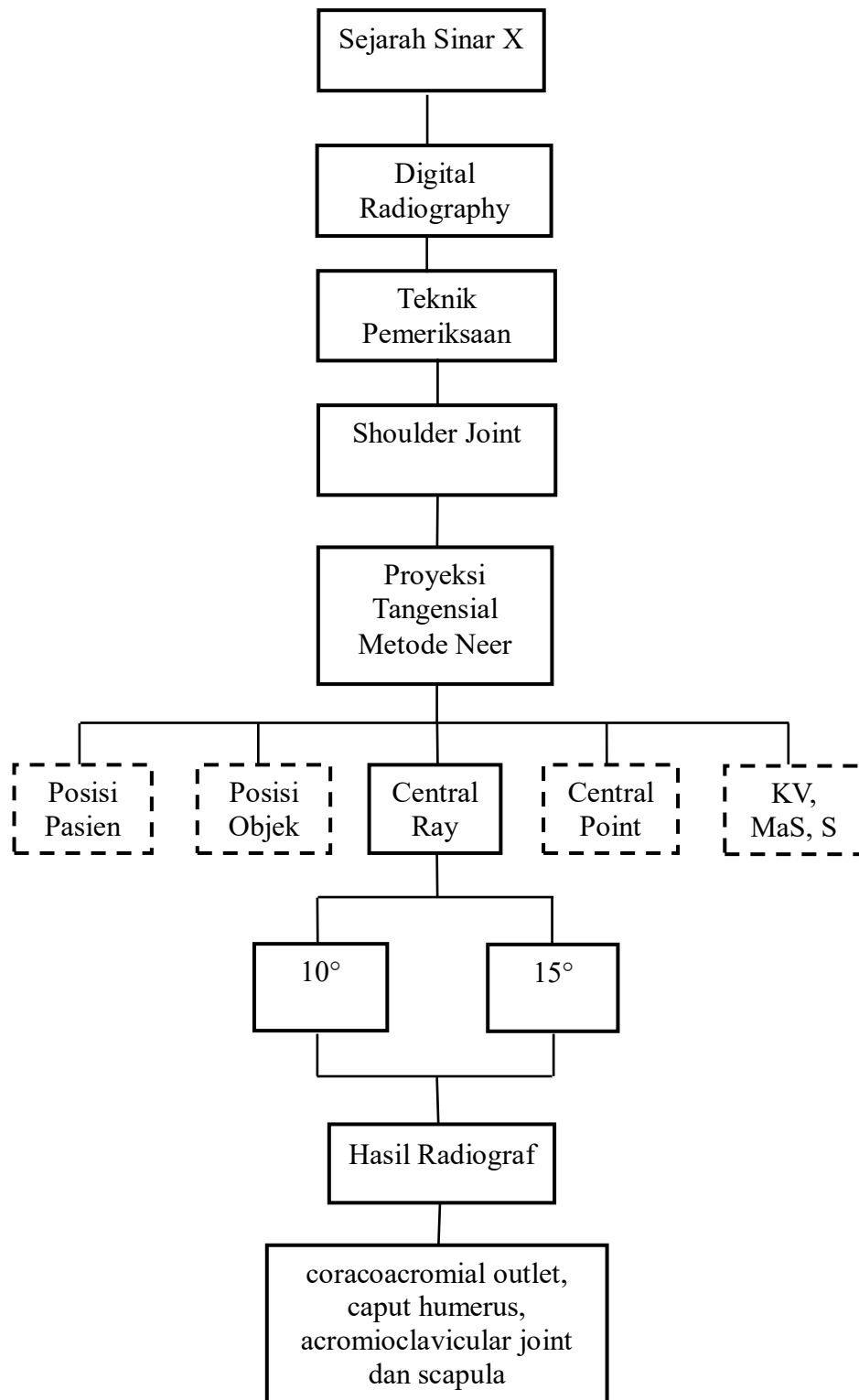


Diagram 2.1 Kerangka Teori

2.9 Kerangka Konsep

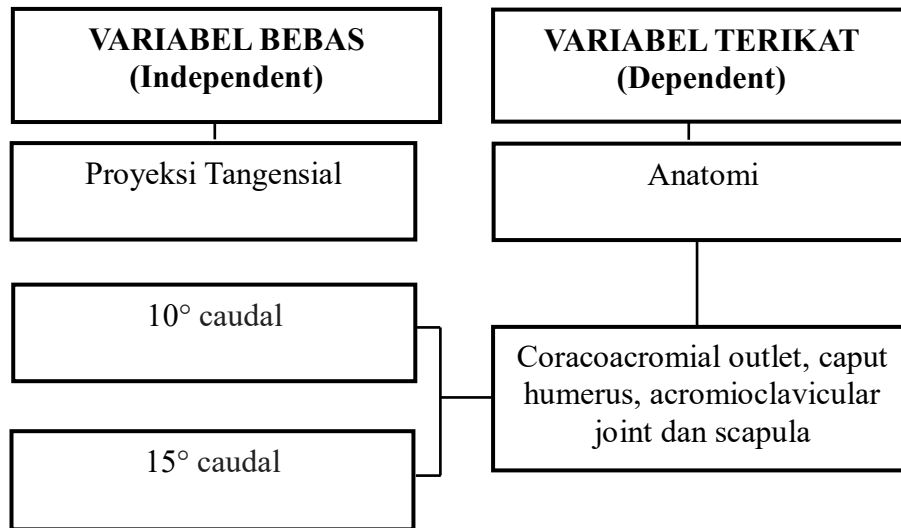


Diagram 2.2 Kerangka Konsep

2.10 Hipotesis

H_0 : tidak ada perbedaan hasil informasi anatomi *shoulder joint* proyeksi Tangensial metode Neer dengan penyudutan arah sinar 10° dan 15° caudal.

H_a : ada perbedaan hasil informasi anatomi *shoulder joint* proyeksi Tangensial metode Neer dengan penyudutan arah sinar 10° dan 15° caudal.

2.11 Definisi Operasional

Tabel 2.3 Definisi Operasional

Variable	Definisi Operasional	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
Proyeksi Tangensial Metode Neer dengan penyudutan arah sinar 10° caudal	Teknik radiografi <i>shoulder joint</i> dengan penyudutan arah sinar 10° caudal untuk mengevaluasi <i>coracoacromial outlet</i> , <i>caput humerus</i> , <i>acromioclavicular joint</i> Dan <i>scapula</i> . (Sumber : Ballingers, 2003)	Sudut penyinaran	Penyudutan arah sinar 10° caudal	Interval
Proyeksi Tangensial Metode Neer dengan penyudutan arah sinar 15° caudal.	Teknik radiografi <i>shoulder joint</i> dengan penyudutan arah sinar 15° caudal untuk mengevaluasi <i>coracoacromial outlet</i> , <i>caput humerus</i> , <i>acromioclavicular joint</i> Dan <i>scapula</i> . (Sumber : Ballingers, 2003)	Sudut penyinaran	Penyudutan arah sinar 15° caudal	
Gambaran anatomi <i>shoulder joint</i> proyeksi tangensial	<i>Coracoacromial outlet</i> , <i>caput humerus</i> , <i>acromioclavicular joint</i> dan <i>scapula</i> (Sumber : Ballingers, 2003)	Kuisisioner	4 = sangat jelas 3 = jelas 2 = cukup jelas 1 = tidak jelas	Nominal