

**PERBANDINGAN HASIL RADIOGRAF *PATELLOFEMORAL  
JOINT* PROYEKSI *TENGSIJAL* METODE *HUGHSTOEN*  
DENGAN VARIASI PENYUDUTAN OBJEK  
50°, 55° DAN 60°**

**Karya Tulis Ilmiah**

Diajukan ke Program Studi DIII Radiologi Fakultas Vokasi Universitas  
Baiturrahmah sebagai Pemenuhan Syarat untuk memperoleh gelar  
Ahli Madya Kesehatan (Radiologi)



**DISUSUN OLEH:**

**VIONA MAY ZAMRI  
2210070140054**

**PROGRAM STUDI D III RADIOLOGI  
FAKULTAS VOKASI  
UNIVERSITAS BAITURRAHMAH  
PADANG  
2025**



## FAKULTAS VOKASI Universitas Baiturrahmah

Jl. Raya By Pass KM.15 Air Pacah Koto Tengah - Padang,  
Sumatera Barat Indonesia 25158  
(0751) 463529  
dekanat@fv.unbrah.ac.id

### SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa saya bersedia menjadi dosen pembimbing Karya Tulis Ilmiah ( KTI ) atas nama mahasiswa :

Nama : Vionu May Zamri

NPM : 2210070140054

Judul : Perbandingan Hasil Radiograf Patellofemoral joint Proyeksi  
Tengensiul Metode Hughstoeh dengan Variasi penyudutan objek  
50°, 55° dan 60°

Demikian surat pernyataan saya buat dengan sebenarnya, dan dapat dipergunakan sebagai mana mestinya.

Padang,

Yang membuat pernyataan

Sri Herlinda, S.ST, M.Si

Mengetahui,  
Fakultas Vokasi  
Universitas Baiturrahmah

Dekan

Ketua Prodi DIII Radiologi

Oktavia Puspita Sari, Dipl.Rad.S.Si.M.Kes

Oktavia Puspita Sari, Dipl.Rad.S.Si.M.Kes

## HALAMAN PERSETUJUAN SIDANG KTI

Judul Karya Tulis : Perbandingan Hasil Radiograf *Patellofemoral Joint*  
Proyeksi *Tengensial* Metode *Hughstoen* dengan  
Variasi Penyudutan Objek 50°, 55° dan 60°

Nama : Viona May Zamri

NPM : 2210070140054

Dinyatakan layak untuk mengikuti Ujian Tugas Akhir/ Karya Tulis Ilmiah  
di program studi DIII Radiologi Fakultas Vokasi Universitas Baiturrahmah  
Padang.

Padang, 02 Oktober 2025

Pembimbing



Sri Herlinda, S.ST, M.Si

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul Karya Tulis : Perbandingan Hasil Radiograf *Patellofemoral Joint*  
Proyeksi *Tengensial* Metode *Hughstoen* dengan  
Variasi Penyudutan Objek 50°, 55° dan 60°

Nama : Viona May Zamri

NPM : 2210070140054

Telah diujikan pada Ujian Tugas Akhir / Karya Tulis Ilmiah oleh Dewan  
Penguji dan dinyatakan lulus pada tanggal 11 Oktober 2025

### DEWAN PENGUJI

1. Penguji I : Nerifa Dewilza, S.Si, M.Tr.Kes ( )
2. Penguji II : Livia Ade Nansih, S.ST, M.Biomed ( )
3. Pembimbing : Sri Herlinda, S.ST, M.Si ( )

Mengetahui,

Fakultas Vokasi  
Universitas Baiturrahmah  
Dekan

Program Studi DIII Radiologi  
Ketua,

(Oktavia Puspita Sari, Dipl.Rad.S.Si.M.Kes) (Oktavia Puspita Sari, Dipl.Rad.S.Si.M.Kes)

## PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya, tugas akhir berupa KTI dengan judul “Perbandingan hasil radiograf *patellofemoral joint* proyeksi *tengensial* metode *hughstoen* dengan variasi penyudutan objek  $50^0$ ,  $55^0$ , dan  $60^0$ ,” adalah asli karya tulis saya sendiri.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantaun pihak lain kecuali pembimbing.
3. Di dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapa yang telah ditulis atau diplublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan di dalam naskah dengan menyebutkan pengarang dan dicantumkan pada daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan dengan sesungguhnya dan apabila terdapat penyimpangan di dalam penelitian ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karya karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, agustus 2025  
Yang membuat pernyataan

Viona May Zamri  
2210070140054

## **KATA PERSEMBAHAN**

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya berupa kesehatan yang diberikan kepada penulis, serta shalawat dan salam untuk junjungan besar Nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini.

Karya Tulis Ilmiah Diploma III Radiologi Universitas Baiturrahmah Padang.

Dengan penuh rasa cinta, kerendahan hati dan syukur yang mendalam, karya sederhana ini penulis persembahkan kepada:

1. Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan dengan lancar dan baik. Ya Allah, jadikanlah ilmu yang tertuang di dalam Karya ini bermanfaat bagi diri penulis dan banyak orang.
2. Panutanku papa Samsuli Amri tercinta. Terimakasih selalu berjuang untuk kehidupan penulis dan atas setiap tetesan keringat yang telah tcurahkan dalam setiap langkah ketika mengembangkan tanggung jawab sebagai seorang kepala keluarga untuk mencari nafkah, beliau memang tidak sempat merasakan pendidikan sampai bangku perkuliahan, namun beliau mampu mendidik penulis, memotivasi, memberikan dukungan sehingga penulis mampu menyelesaikan studinya. Sehat selalu dan panjang umur karena papa harus selalu ada setiap perjuangan dan pencapaian hidup penulis.
3. Pintu surgaku mama Linda Wati tercinta selalu menjadi penyemangat penulis, yang tiada henti-hentinya memberikan kasih sayang dengan penuh

cinta dan selalu memberikan motivasi yang luar biasa. Terimakasih untuk doa-doa yang diberikan kepada penulis. Sehat selalu dan panjang umur karena ayah harus selalu ada setiap perjuangan dan pencapaian hidup penulis.

4. Terimakasih kepada ayah dan bunda tercinta selalu menjadi penyemangat penulis, yang tiada henti-hentinya memberikan kasih sayang dengan penuh cinta dan selalu memberikan motivasi yang luar biasa.
5. Kepada abang penulis Vito Anggara terimakasih banyak atas dukungannya secara moral maupun material. Terimakasih juga atas segala motivasi dan dukungannya yang diberikan kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai selesai.
6. Kepada dosen pembimbing penulis Sri Herlinda, S.ST, M.Si terimakasih telah berkontribusi banyak dalam penulisan Karya tulis ini, baik tenaga, waktu, motivasi, dukungan, memberikan saran dan nasihat beliau yang membuat penulis terpacu sehingga penulis dapat menuntaskan KTI ini. Terimakasih ibuk semoga jerih payahmu terbayarkan, selalu dilancarkan dan diberikan kesehatan oleh allah SWT.
7. Kepada dosen pembimbing akademik Noviardi Prima Putra, M. Kom selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan, bimbingan dan dukungan selama proses penyusunan skripsi ini. Terimakasih bapak semoga jerih payahmu terbayarkan, selalu dilancarkan dan diberikan kesehatan oleh allah SWT.

**RADIOLOGY DEPARTEMENT  
VOKASI VACULTY  
BAITURRAHMAH UNIVERSITY  
The Scientific Paper, 2025**

**Viona May Zamri**

**COMPARISON OF PATELLOFEMORAL JOINT RADIOGRAPIC RESULTS IN TENGENTIAL PROJECTION USING THE HUGHSTON METHOD WITH OBJECT ANGULATION VARIATIONS OF 50°, 55° AND 60°**

**xv + 67 page, 7 tables, 13 attachments**

**ABSTRACT**

This research was motivated by the need to obtain optimal radiographic images of the patellofemoral joint, given that standard knee projections (AP and lateral) are often less informative in assessing the patella. The study aimed to compare the quality of patellofemoral joint radiographic results in the tangential projection using the Hughston method at knee flexion angle variations of 50°, 55°, and 60°, and to determine which angle produces the most optimal anatomical image.

This research used a quantitative method with an experimental design. It was conducted at the Radiology Department of Ibnu Sina Islamic Hospital Padang in 2025 with three male samples who met the inclusion criteria. Each sample was radiographed using the three angle variations. Five radiologists then assessed the quality of the anatomical images (patella, patellofemoral joint space, lateral femoral condyle, and medial femoral condyle) using a Likert-scale questionnaire. The collected data were analyzed using the non-parametric Friedman test. The test results showed a p-value = 0.000 ( $p < 0.05$ ), indicating a statistically significant difference among the three angle variations. Based on the mean rank, the 50° angle obtained the highest score (14.73), followed by the 55° angle (14.10), and the 60° angle (13.17). In detail, the 50° angle produced the clearest images of the patella, patellofemoral joint space, lateral femoral condyle, and medial femoral condyle, with the minimal level of superimposition.

Based on the results, it can be concluded that the variation of object angulation significantly influences the quality of radiographic images, and the 50° flexion angle in the Hughston method yields the most optimal image of the patellofemoral joint compared to the 55° and 60° angles. It is recommended that the technique with a 50° angle be considered as an option in specialized radiographic examinations of the patellofemoral joint to support diagnostic accuracy.

**Keywords:** Patellofemoral Joint, Hughston Method, Tangential Projection, Angulation Variation, Radiography

**PROGRAM STUDI DIII RADIOLOGI  
FAKULTAS VOKASI  
UNIVERSITAS BAITURRAHMAH  
Karya Tulis Ilmiah, 2025**

**Viona May Zamri**

**PERBANDINGAN HASIL RADIOGRAF OATELLOFEMORAL JOINT  
PROYEKSI TENGENSIAL METODE HUGHSTOEN DENGAN VARIASI  
PENYUDUTAN OBJEK 50°, 55° DAN 60°**

**X + 67 lembar, 7 tabel, 13 lampiran**

**INTISARI**

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan untuk memperoleh gambaran radiograf sendi patellofemoral yang optimal, mengingat proyeksi standar lutut (AP dan lateral) seringkali kurang informatif dalam menilai patella. Tujuan penelitian adalah untuk membandingkan kualitas hasil radiograf sendi patellofemoral proyeksi tangensial metode Hughston pada variasi sudut fleksi lutut 50°, 55°, dan 60°, serta menentukan sudut mana yang menghasilkan gambaran anatomi paling optimal.

Jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif dengan desain eksperimen. Penelitian dilaksanakan di Instalasi Radiologi RSI Ibnu Sina Padang pada tahun 2025 dengan tiga sampel laki-laki yang memenuhi kriteria inklusi. Setiap sampel dilakukan pemotretan radiograf dengan ketiga variasi sudut. Lima orang dokter spesialis radiologi kemudian menilai kualitas gambaran anatomi (patella, celah sendi patellofemoral, kondilus femoralis lateral, dan kondilus femoralis medial) menggunakan kuesioner dengan skala Likert. Data yang terkumpul dianalisis menggunakan uji statistik non-parametrik Friedman. Hasil uji menunjukkan nilai  $p = 0,000$  ( $p < 0,05$ ), yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik di antara ketiga variasi sudut. Berdasarkan peringkat rata-rata (mean rank), sudut 50° memperoleh nilai tertinggi (14,73), diikuti oleh sudut 55° (14,10), dan sudut 60° (13,17). Secara rinci, sudut 50° menghasilkan gambaran patella, celah sendi patellofemoral, kondilus femoralis lateral, dan medial yang paling jelas dengan tingkat superposisi paling minimal.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa variasi penyudutan objek memberikan pengaruh signifikan terhadap kualitas gambaran radiograf, dan sudut fleksi 50° pada metode Hughston menghasilkan gambaran sendi patellofemoral yang paling optimal dibandingkan dengan sudut 55° dan 60°. Disarankan agar teknik dengan sudut 50° ini dapat dipertimbangkan sebagai pilihan dalam pemeriksaan radiograf khusus sendi patellofemoral untuk mendukung ketepatan diagnosis.

**Kata Kunci: Patellofemoral Joint, Metode Hughston, Proyeksi Tangensial, Variasi Penyudutan, Radiografi.**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Karya Tulis Ilmiah ini dengan judul **“Perbandingan Hasil Radiograf *Patellofemoral joint* Proyeksi *Tengensial* Metode *Hugstoen* dengan Variasi Penyudutan Objek 50°, 55° dan 60°”**. Proposal Karya Tulis Ilmiah ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi DIII Radiologi Universitas Baiturrahmah Padang.

Peneliti menyadari bahwa keberhasilan dalam penyusunan Proposal Karya Tulis Ilmiah ini tidak lepas dari segala bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Oktavia Puspita Sari, Dipl.Rad, S.Si, M.Kes selaku Dekan Fakultas Vokasi Universitas Baiturrahmah Padang.
2. Ibu Ns. Iswenti Novera, M.Kep selaku Wakil Dekan I Fakultas Vokasi Universitas Baiturrahmah Padang.
3. Bapak Ns. Irwadi, M.Kep selaku Wakil Dekan III Fakultas Vokasi Universitas Baiturrahmah Padang.
4. Ibu Oktavia Puspita Sari, Dipl.Rad, S.Si, M.Kes selaku Ketua Prodi DIII Radiologi Universitas Baiturrahmah.
5. Ibu Sri Herlinda, S.ST, M.Si selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan ilmu dan nasehat yang sangat berarti dalam pembentukan Proposal Karya Tulis Ilmiah ini.
6. Bapak dan Ibu Dosen staff pengajar Program Studi DIII Radiologi yang telah memberikan ilmu dan nasehat yang sangat berarti.

7. Saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada papa dan mama tercinta, yang selalu memberikan doa, dukungan, kasih sayang serta semangat yang tiada henti dalam setiap langkah saya. tanpa cinta dan pengorbanan kalian saya tidak akan mampu menyelesaikan KTI ini. Segala pencapaian ini saya persembahkan sebagai bentuk rasa hormat dan terimakasih atas segala yang telah kalian berikan sepanjang hidup saya.
8. Terima kasih yang sebesar-besarnya saya sampaikan kepada seluruh keluarga besar atas doa, dukungan dan cinta yang tulus. Kehangatan dan kebersamaan kalian menjadi sumber kekuatan yang tak ternilai selama proses ini.
9. Saya juga ingin menyampaikan rasa terimakasih yang tulus kepada sahabat saya Morischa Eveline. Terima kasih atas kebersamaan, semangat, bantuan, serta tawa yang kalian berikan selama perjuangan ini. Kamu bukan hanya teman, tapi juga bagian dari perjalanan penting hidup saya. Dukungan kalian telah menjadi salah satu kekuatan terbesar yang membantu saya menyelesaikan KTI ini.
10. Terima kasih untuk diriku sendiri, yang telah bertahan sejauh ini. Untuk semua usaha, air mata, malam-malam tanpa tidur dan semangat yang tak padam meski berkali-kali ingin menyerah, aku bangga karena tidak berhenti dan terus melangkah sampai titik ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan Proposal Karya Tulis Ilmiah ini masih banyak terdapat kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Akhir kata penulis

berharap Proposal Karya Tulis ini dapat bermanfaat untuk menambah ilmu pengetahuan serta menambah referensi bagi kita semua.

Padang, 5 Oktober 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

	halaman
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING</b> Error! Bookmark not defined.	
<b>HALAMAN PERSETUJUAN SIDANG KTI</b> .....	iii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN</b> .....	v
<b>KATA PERSEMBAHAN</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>INTISARI</b> .....	ix
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1 Sinar X.....	7
2.1.1 Proses Terjadinya Sinar X .....	7
2.1.2 Sifat-sifat Sinar X.....	8
2.1.3 Efek Radiasi Sinar X .....	10
2.1.4 Jenis-jenis Sinar X.....	11
2.1.5 Komponen Produksi Sinar X .....	13
2.1.6 Faktor Eksposi.....	15
2.1.7 Kualitas Gambaran <i>Digital Radiograf</i> .....	16
2.2 <i>Digital Radiografi</i> .....	16
2.2.1 Komponen Digital Radiography .....	17
2.2.2 Kelebihan <i>Digital Radiografi</i> .....	20
2.2.3 Kekurangan <i>Digital Radiografi</i> .....	20
2.2.4 Kualitas Gambaran <i>Digital Radiography</i> .....	21

2.3 Proteksi Radiasi .....	23
2.3.1 Prinsip Proteksi Radiasi .....	23
2.3.2 Azas Proteksi Radiasi .....	25
2.3.3 Proteksi Radiasi Terhadap Petugas .....	27
2.3.4 Proteksi Radiasi Terhadap Pasien .....	28
2.4 Anatomi dan Patologi.....	30
2.4.1 Anatomi <i>Knee Joint</i> .....	30
2.4.2 Patologi.....	32
2.4.3 Teknik Pemeriksaan .....	33
2.5 Kerangka Teori .....	35
2.6 Kerangka Konsep.....	35
2.5 Definisi Operasional.....	36
2.6 Hipotesis .....	36
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>38</b>
3.1 Jenis Penelitian .....	38
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	38
3.3 Populasi dan Sampel .....	38
3.3.1 Populasi .....	38
3.3.2 Sampel .....	39
3.4 Responden .....	40
3.5 Metode Pengumpulan Data .....	41
3.6 Instrumen Penelitian.....	42
3.7 Langkah-langkah Penelitian .....	46
3.8 Diagram Alir Penelitian.....	47
3.9 Variabel Penelitian .....	47
3.10 Pengolahan Data .....	48
3.11 Analisis Data.....	49
3.12 Penyajian Data .....	49
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>54</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	54
4.1.1 Hasil Radiografi Sampel 1 .....	54
4.1.2 Hasil Radiografi Sampel 2 .....	55
4.1.3 Hasil Radiografi Sampel 3 .....	56
4.2 Hasil Data Cheklist Kuesioner.....	58

4.2.1 Analisis Univariat.....	58
4.2.2 Uji Normalitas .....	59
4.2.3 Uji Friedman .....	59
4.3 Pembahasan .....	61
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>66</b>
5.1 Kesimpulan.....	66
5.2 Saran.....	67
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Kerangka teori.....	35
Tabel 2.2 kerangka konsep .....	36
Tabel 2.3 Definisi operasional.....	36
Tabel 3.1 Alir penelitian .....	47
Tabel 4.1 Distribusi dan jawaban responden .....	58
Tabel 4.2 Uji normalitas jawaban responden .....	58
Tabel 4.3 Hasil rata-rata peringkat (Mean Rank) .....	60

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses terjadinya sinar X.....	7
Gambar 2.2 Digital radiografi .....	17
Gambar 2.3 X-ray source .....	18
Gambar 2.4 Image receptor .....	18
Gambar 2.5 Komputer.....	19
Gambar 2.6 Knee joint .....	31
Gambar 2.7 Femur .....	31
Gambar 2.8 Patella .....	32
Gambar 2.9 Posisi pasien .....	34
Gambar 2.10 Hasil gambaran .....	34
Gambar 3.1 Pesawat sinar X .....	43
Gambar 3.2 Wordstation .....	43
Gambar 3.3 Detector.....	44
Gambar 3.4 Printer.....	44
Gambar 3.5 Film.....	44
Gambar 3.6 Spon .....	45
Gambar 4.1 Tn. L penyudutan 50°, 55°, dan 60° .....	55
Gambar 4.1 Tn. D penyudutan 50°, 55°, dan 60° .....	56
Gambar 4.1 Tn. R penyudutan 50°, 55°, dan 60° .....	57

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pemeriksaan radiologi adalah cara pemeriksaan yang menghasilkan gambar bagian dalam tubuh manusia untuk tujuan diagnostic yang dinamakan pencitraan diagnostik. Radiologi merupakan ilmu kedokteran yang digunakan untuk melihat bagian tubuh manusia yang menggunakan pancaran atau radiasi gelombang elektromagnetik maupun gelombang mekanik. Radiologi dibagi menjadi dua yaitu radionostik dan radioterapi (Trikasjono, 2015). Pelayanan radiologi telah diselenggarakan diberbagai rumah sakit untuk membantu menegakkan diagnosa suatu penyakit dengan memanfaatkan sinar X yang menghasilkan sebuah citra radiografi (Sparzinanda, 2017).

Sinar-X ialah bagian dari spektrum elektromagnetik, dipancarkan akibat pengeboman anoda wolfram oleh elektron-elektron bebas dari katoda. Film polos dihasilkan oleh pergerakan oleh elektron-elektron tersebut melalui pasien dan menampilkan film radiografi (Patel, 2015). Perkembangan pemanfaatan sinar-X menjadi makin berkembang seiring ditemukannya media kontras. Pemanfaatan media kontras ini digunakan untuk meningkatkan radiolucent suatu gambar organ, dimana dengan foto polos organ tersebut sedikitr sulit dibedakan dengan jaringan sekitarnya karena memiliki densitas yang relatif sama (Rasad, 2015).

*Knee joint* atau sering disebut juga genu adalah salah satu sendi kompleks dalam tubuh manusia. *Femur*, *tibia*, *fibula*, dan *patella* disatukan menjadi satu kelompok yang kompleks oleh ligament (Ballinger, 2007). Salah satu sendi

kompleks yang di satukan menjadi satu kelompok pada ligamen adalah *patella*, atau tutup lutut, adalah tulang sesamoid terbesar dan paling konstan di tubuh. *Patella* itu tulang segitiga yang pipih dan terletak di *distal* permukaan *anterior femur*. *Patella* (tempurung lutut) adalah tulang segitiga datar dengan diameter sekitar 5 cm. *Patella* tampak terbalik karena puncak runcingnya terletak di sepanjang perbatasan *inferior*, dan basisnya adalah perbatasan *superior* atau atas. Permukaan luar atau *anterior* cembung dan kasar, dan permukaan bagian dalam atau *posterior* halus dan berbentuk oval untuk artikulasi dengan tulang paha. Artikulasi yang dibentuk oleh patella dan femoral trochlea membentuk sendi sinovial atau *patellofemoral joint* (Bontrager, 2014). Pada pemeriksaan patella ada beberapa indikasi yaitu *fraktur*, *dislokasi* atau *luksasi*, *arthritis*, dan *osteoarthritis* (Asih puji Utami dkk, 2018).

Sendi *Patellofemoral joint* adalah sendi yang terbentuk antara permukaan posterior patella (tempurung lutut) dan permukaan anterior distal femur (tulang paha bagian bawah). Sendi ini memainkan peranan penting dalam mekanika lutut, terutama dalam proses meluruskan dan menekuk kaki. Tujuan dilakukan pemeriksaan *patellofemoral joint* menggunakan *metode hughston* adalah untuk menilai stabilitas dan kemungkinan adanya *dislokasi* atau *subluksasi* pada *patella* (Lampignano and Kendrick, 2018).

Berdasarkan hasil penelitian Novriana Dwi Putri pada tahun 2017, penelitiannya menyimpulkan bahwa proyeksi *metode hughston* dapat memberikan hasil yang informatif dalam pemeriksaan *os patella* dan *patellofemoral joint*. Teknik radiografi *patellofemoral joint* metode *hughston*

adalah teknik pemeriksaan *patellofemoral joint* dengan pasien diposisikan *prone* diatas meja pemeriksaan, lutut difleksikan 50°- 60°, *Central Ray* (CR) 45° *cephalad* dan *Focus Film Distance* (FFD) 100 cm (Ballingers, Philips. W. 2003).

Di rumah sakit pada umumnya, teknik pemeriksaan *patela* dan sendi *patellofemoral* dilakukan dengan dua proyeksi, yaitu *anteroposterior* (AP) dan *lateral*. Namun, beberapa buku referensi, salah satunya *Merrill's Atlas of Radiographic Positioning and Procedures Volume 1*, menyebutkan adanya proyeksi khusus atau proyeksi tambahan. Meskipun demikian, selama penulis melakukan praktik kerja lapangan, teknik tersebut tidak pernah dilakukan atau ditemui di rumah sakit.

Proyeksi khusus atau proyeksi tambahan pada pemeriksaan *patella* dan *patellofemoral joint* salah satunya adalah *metode hugstoen*. Metode ini dapat memperlihatkan anatomi *patella*, *femoral condyle* dan *patellafemoral joint* (Bruce W. Long, 2015). Tujuan dilakukannya pemeriksaan ini di rumah sakit untuk mengevaluasi *patella* secara khusus, mengingat pemeriksaan standart *knee joint* dengan proyeksi *anteroposterior* (AP) dan *lateral* yang umumnya dilakukan saat ini tidak cukup optimal dalam menilai kondisi *patella*, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya pemeriksaan *knee joint* proyeksi *Anteroposterior* (AP) dan *lateral* tidak dapat menampilkan *patella* secara jelas dan keterbatasan dalam menegakkan diagnosa patologi *patella*. Untuk itu penulis ingin membandingkan informasi anatomi dengan menggunakan berbagai variasi penyudutan objek pada metode *hugstoen*. Sehingga penulis merasa tertarik untuk melakukan penelitian tentang **“Perbandingan Hasil Radiograf *Patellofemoral***

## **joint Proyeksi *Tengensial* Metode *Hugstean* dengan variasi Penyudutan Objek 50<sup>0</sup>, 55<sup>0</sup> dan 60<sup>0</sup>”**

### **1.2 Rumusan masalah**

Untuk mempermudah pembahasan dalam penelitian ini, penulis perlu membatasi masalah-masalah yang akan dibahas, penulis akan mengkaji rumusan masalah yakni:

1. Bagaimana informasi anatomi dari radiograf *patellofemoral joint* proyeksi *tengensial* metode *hughstean* dengan penyudutan objek 50<sup>0</sup>, 55<sup>0</sup> dan 60<sup>0</sup> ?
2. Penyudutan manakah yang dapat menghasilkan gambaran yang lebih optimal pada pemeriksaan *patellofemoral joint*?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Untuk mengetahui informasi anatomi dari radiograf *patellofemoral joint* proyeksi *tengensial* metode *hughstean* dengan penyudutan objek 50<sup>0</sup>, 55<sup>0</sup> dan 60<sup>0</sup>
2. Untuk mengetahui penyudutan manakah yang dapat menghasilkan gambaran yang lebih optimal pada pemeriksaan *patellofemoral joint*?

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu manfaat teoritis dan manfaat secara praktis yaitu

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat secara teoritis dan sekurang-kurangnya dapat berguna sebagai sumbangan pemikiran didunia Pendidikan.

## 2. Manfaat Praktis

### a. Bagi Penulis

Menambah pengalaman, pengetahuan, dan wawasan penulis tentang perbandingan gambaran *Patellofemoral* proyeksi *tengensial* metode *hughtoen* dengan variasi penyudutan objek  $50^\circ$ ,  $55^\circ$  dan  $60^\circ$  yang diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan DIII Radiologi.

### b. Bagi Mahasiswa

Semoga dengan penelitian ini dapat menambah wawasan dan menjadi bahan pertimbangan bagi mahasiswa yang ingin mengembangkan penelitian ini dimasa yang akan datang.

### c. Bagi Institusi

Dapat menambah pengetahuan dan wawasan bagi para mahasiswa dan dosen.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah dalam memahami Karya Tulis Ilmiah ini, maka penulis menggunakan sistematika penulisan sebagai berikut:

### BAB 1 PENDAHULUAN

Latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, sistematika penulisan.

### BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tinjauan pustaka yang memuat tentang bahan pustaka dan literatur yang digunakan dalam penulisan Karya Tulis Ilmiah ini.

**BAB 3 METODE PENELITIAN**

Berisi tentang jenis penelitian, tempat dan waktu penelitian, alat dan bahan penelitian, langkah-langkah penelitian, diagram alir penelitian, pengolahan data dan analisis data.

**BAB 4 METODE PENELITIAN**

Berisi tentang hasil penelitian yang telah dilaksanakan peneliti dan pembahasannya.

**BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Sebagai penutup tentang kesimpulan yang diterima selama penelitian dan juga memuat beberapa saran yang dapat di berikan peneliti berdasarkan atas penelitian yang dilakukan.

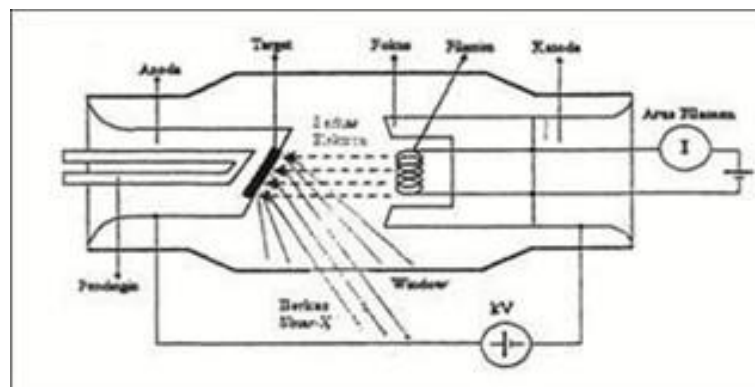
## BAB II

### 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 yang 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).

##### 2.1.1 Proses Terjadinya Sinar X



Gambar 2.1 Proses terjadinya sinar x  
(Sumber: Rahman, 2009)

1. Katoda (filamen) didipanaskan (lebih dari  $20.000^{\circ}\text{C}$ ) sampai menyala dengan meng-alirkan listrik yang berasal dari transformator.
2. Karena panas elektron dari katoda (filamen) terlepas.

3. Sewaktu dihubungkan dengan transformator tegangan tinggi, elektron-elektron akan dipercepat gerakannya menuju anoda dan dipusatkan ke alat pemusat (focusing cup).
4. Filamen dibuat relatif negatif terhadap sasaran (target) dengan memilih potensial tinggi.
5. Awan-elektron mendadak dihentikan pada sasaran (target) sehingga terbentuk panas ( $> 99\%$ ) dan sinar X ( $< 1\%$ )
6. Pelindung (perisai) timah akan mencegah keluarnya sinar X dari tabung, sehingga sinar X yang terbentuk hanya dapat keluar melalui jendela.
7. Panas yang tinggi pada sasaran (target) akibat benturan elektron ditiadakan oleh radiator pendingin (Rasad, 2015).

### **2.1.2 Sifat-sifat Sinar X**

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

#### **1. 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.

#### **2. 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 film rontgen diletakkan grid.

### 3. 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.

### 4. 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 film rontgen diletakkan grid.

### 5. Penyerapan

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

### 6. Efek Fotografik

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

### 7. Pendar Flour (Fluorosensi)

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

- a. Fluorosensi akan memancarkan cahaya sewaktu ada radiasi sinar X saja.
- b. Fosforisensi pemendaran akan berlangsung beberapa saat walaupun radiasi sinar X sudah dimatikan.

### 8. Ionisasi

Efek primer sinar X yang apabila mengenai bahan atau zat akan menimbulkan ionisas partikel-partikel bahan atau zat tersebut.

### 9. Efek biologik

Sinar X akan menimbulkan perubahan-perubahan biologi pada jaringan efek tersebut digunakan dalam pengobatan radioterapi.

#### **2.1.3 Efek Radiasi Sinar X**

Ketidaksamaan berkas radiasi dengan luas lapangan kolimasi diakibatkan karena pergeseran posisi lampu atau cermin kolimator, jika hal in 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 menajadi 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 anggotakelompok 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).

## 2.1.4 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 K in. Ini merupakan kondisi yang tidak lain untuk atom target dan hal ini akan di perbaiki elektron kulit terlihat dengan jatuh kekulit K. 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 elektrostatis akibat gaya tarik keduanya. Saat proyektil elektron mendekati inti, gaya inti memberikan pengaruh terhadap proyektil elektron ini dengan cara memperlambat proyektil elektron yang menuju inti dan

kemudian memantulkan ke arah 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 ini disebut dengan sinar-X *Bremstahlung*. Dalam bahasa Jerman, *Bremstahlung* berarti perlambatan atau pengereman. Sinar-X *bremstahlung* berarti sinar-X yang terjadi akibat pengereman proyektil elektron oleh inti (Rahman, 2009).

#### **2.1.5 Komponen Produksi Sinar X**

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

1. 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.

2. Tabung gelas hampa udara atau *glass envelope*

Tabung sinar-X terbuat dari gelas 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.

### 3. *Katoda*

Pada katoda terdapat filmen focusing cup. Katoda berfungsi sebagai penyalur panas ke filamen.

#### a. *Filamen*

Pada filamen akan terjadi pembentukan ion negatif atau elektron apabila dipanaskan pada temperature tertentu tergantung jenis bahan dasar pembuat filamen.

#### b. *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 kearah menuju target.

### 4. *Anoda*

Anoda adalah tempat terjadinya tumbukan eelektron setelah diberikan tegangan tabung.

### 5. Perangkat Tambahan

#### a. Filter penyaring

Filter penyaring menyerap bekas sinar-X dengan intensitas yang rendah dan meneruskan berkas sinar-X dengan intensitas yang tinggi.

#### b. Kolimator

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.

### 2.1.6 Faktor Eksposi

Menurut Rahman (2009) Faktor eksposi terdiri atas:

1. KiloVoltage (kV)

Semakin tinggi kV yang diberikan diantara katoda dan anoda, maka elektron akan bergerak semakin cepat. Semakin cepat elektron menumbuk anoda pada target, maka semakin cepat sinar-X terbentuk dan semakin kuat daya tembus yang dihasilkan tersebut.

2. Kuat Arus (mA)

Ampere adalah suatu dari kuat arus. Penambahan kata mili menandakan bahwa kuat arus yang digunakan ber-orde  $10^{-3}$ . Ini berarti kuat arus yang digunakan pada radiografi sangat kecil. Elektron yang akan menumbuk anoda, dihasilkan di katoda tempatnya filament. Filament ini akan menghasilkan elektron apabila dipanaskan. Pemanasan filament akan terjadi apabila tabung sinar-X diberi arus listrik. Semakin besar arus yang diberikan pada tabung sinar-X diberi arus listrik, maka akan semakin banyak elektron yang dihasilkan oleh filament. Semakin banyak elektron yang dihasilkan di filament, maka makin banyak elektron yang menumbuk di anoda dan itu berarti semakin banyak foton sinar-X yang dihasilkan, maka dapat disimpulkan bahwa mAs berhubungan dengan kuantitas sinar-X.

3. Miliampere second (mAs)

Kuat arus yang mengalir dari katoda ke anoda pada tabung sinar-X selama eksposi dinyatakan dalam Miliampere (mA), waktu eksposi yang

dinyatakan dalam second (s). Semakin tinggi mAs yang digunakan maka semakin tinggi *densitas* yang dihasilkan.

#### 4. Second (Waktu)

Kuat arus yang diberikan pada tabung sinar x harus dikombinasikan dengan waktu kuat arus tersebut yang dinyatakan dalam satuan second, kombinasi antara kuat arus dengan waktu yang diberikan ke tabung sinar x.

#### **2.1.7 Kualitas Gambaran *Digital 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:

#### **2.2 *Digital Radiografi***

*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. Sistem DR terdiri dari peralatan sumber sinar x dan detektor sinar x yang keduanya mampu menghasilkan citra digital tanpa adanya *image*

*intensifier*. *Detektor* ini merupakan elemen pengganti *image receptor* yang mampu menangkap transmisi sinar x yang menembus melalui objek dari sinar x.

Detektor yang dapat menangkap sinar x kemudian mengkonversinya menjadi sebuah sinar listrik. Besar sinar listrik yang dikonversi sebanding dengan jumlah transmisi sinar x yang menebus bahan. Dari sinyal-sinyal listrik ini kemudian akan dikirim pada sistem pengolahan gambar yang bersifat computerized untuk diolah, kemudian dapat dicetak dan diinterpretasikan menjadi sebuah radiograf guna kebutuhan imaging (Lyra, 2010).

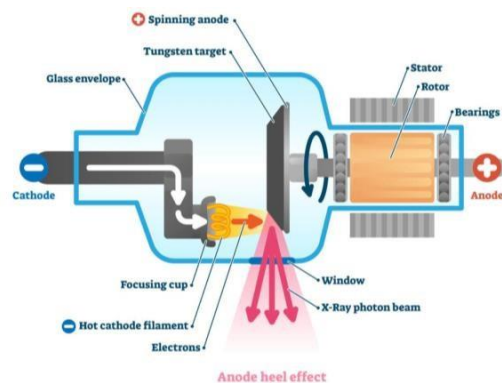


Gambar 2.2 Digital radiografi  
(Sumber: Hermawan, 2023)

### 2.2.1 Komponen Digital Radiography

#### 1. X-Ray

Sumber yang digunakan untuk menghasilkan sinar x pada Digital Radiography (DR) sama dengan sumber sinar pada radiografi konvensional (Suryaningsih & Susanto, 2015).



Gambar 2.3 *X-Ray Source*  
(Sumber: Anggadwita & Mustafid, 2014)

## 2. *Image Receptor*

Detektor berfungsi sebagai Image Receptor yang menggantikan keberadaan kaset dan film. Ada dua tipe alat penangkap gambar digital, yaitu Flat Panel Detectors (FpDs) dan High Density Line Scan Solid State Detectors (Suryaningsih & Susanto, 2015).



Gambar 2.4 *Image Receptor*  
(Sumber: Anggadwita & Mustafid, 2014)

## 3. *Analog to Digital Converter*

Untuk merubah data analog yang dikeluarkan detektor menjadi data digital yang dapat diinterpretasikan oleh computer (Suryaningsih & Susanto 2015).

#### 4. Komputer

Untuk mengolah data, manipulasi image, menyimpan data-data (image) dan menghubungkannya dengan output device atau workstation (Suryaningsih & Susanto 2015).



Gambar 2.5 Komputer  
(Sumber: Anggadwita & Mustafid, 2014)

#### 5. *Output Device*

Sebuah sistem digital radiografi memiliki monitor untuk menampilkan gambar. Selain monitor, output device dapat berupa laser printer apabila ingin diperoleh data dalam bentuk fisik (radiograf). 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 kepada radiolog di ruang baca melalui jaringan workstation. Dengan cara ini, dimungkinkan pembacaan foto melalui teleradiologi. (Suryaningsih & Susanto, 2015).

### **2.2.2 Kelebihan *Digital Radiografi***

Digital radiography memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan radiografi konvensional, diantaranya : (Lampignano & Kendrick, 2018)

1. Cepat dan efisien karena tidak membutuhkan kamar gelap untuk pencetakan film.
2. Hasil lebih akurat.
3. System sinar x (pesawat) dapat tetap digunakan dengan dilakukan modifikasi.
4. Tidak membutuhkan ahli computer karena perangkat lunak yang digunakan untuk mengatur image mudah digunakan.
5. Angak penolakan film dapat ditekan

### **2.2.3 Kekurangan *Digital Radiografi***

Digital radiography memiliki beberapa kekurangan dibandingkan dengan radiography konvensional, diantaranya: (Lampignano & Kendrick, 2018)

1. Dibutuhkan dana yang besar untuk mengganti fasilitas digital radiography.
2. Kesalahan factor ekspos yang terlalu parah tidak dapat diperbaiki.
3. Walaupun dapat mengurangi dosis yang diterima pasien, digital radiography justru lebih sering meningkatkan dosis pasien, karena:
  - a. Over ekspos tidak akan pernah terdeteksi (dapat dikurangi dengan mudah dalam proses komputer). Sehingga radiografer cenderung menambah factor ekspos.

- b. Pengulangan pemeriksaan (sebelum dicetak) tidak akan menambah jumlah film yang digunakan, sehingga menurunkan tingkat kehati-hatian radiographer.

#### **2.2.4 Kualitas Gambaran *Digital Radiography***

Kualitas gambaran radiograf adalah kemampuan radiograf dalam memberikan informasi yang jelas mengenai objek atau organ yang diperiksa. Deskripsi kualitas gambar untuk gambar digital seperti *DR* ditentukan beberapa faktor yaitu: resolusi spasial (detail), resolusi kepadatan, noise, detektif quantum efisiensi (DQE), dan artefak.

##### *1. Spasial Resolution*

Resolusi spasial dari citra digital terkait dengan ukuran piksel dalam matriks citra. Ukuran IP yang berbeda memiliki ukuran piksel yang berbeda. Semakin kecil ukuran piksel, semakin baik resolusi spasial gambar. Jadi, untuk FOV yang sama, semakin besar ukuran matriks, semakin kecil pikselnya dan semakin baik ketajaman gambarnya. Ukuran matriks gambar DR umumnya adalah 2048 x 2048.

##### *2. Kontras Resolution*

Resolusi kontras mengacu pada kemampuan untuk mendeteksi perubahan yang sangat halus dalam skala abu-abu dan membedakan dari *noise* pada gambaran. Resolusi kontras ditandai dengan pengukuran yang berkaitan dengan rasio *signal-to-noise* (SNR) dalam suatu gambar. Resolusi kontras bukanlah sebuah konsep yang berfokus pada objek fisik kecil (yaitu konsep resolusi spasial). Sebaliknya, resolusi kontras lebih berkaitan

dengan struktur anatomi yang menghasilkan perubahan kecil dalam intensitas sinyal (skala abu-abu gambar).

### 3. Noise

Noise juga merupakan salah satu bagian yang tidak dapat dipisahkan dari sistem pencitraan radiography. Noise pada radiografi adalah fluktuasi acak nilai optical density (pixel value pada citra digital) pada suatu citra. Noise merupakan gangguan acak yang mengaburkan atau mengurangi kejelasan citra. Dalam citra radiografi, noise diterjemahkan menjadi tampilan kasar atau berbintik-bintik pada citra. Noise juga diartikan sebagai informasi latar yang bersifat acak yang terdeteksi oleh detektor dan tidak memberikan kontribusi kepada kualitas citra.

### 4. Artefak

Artefak adalah suatu gambaran yang tidak akurat sebagai hasil dari struktur-struktur normal ataupun abnormal yang diperiksa. Dan suatu densitas yang tidak dikehendaki yang ada pada film radiograf.

### 5. *Detektif Quantum Efisiensi (DQE)*

Deskriptor terakhir dari kualitas gambar digital adalah detektif efisiensi kuantum (DQE). Detektor menerima paparan masukan (kuanta insiden) dan mengubahnya menjadi gambar keluaran yang berguna. DQE adalah ukuran efisiensi dan ketelitian yang dapat digunakan detektor untuk melakukan tugas ini. Perhatikan bahwa DQE juga mempertimbangkan tidak hanya rasio signal-to-noise (SNR) tetapi juga noise sistem dan karena itu mencakup ukuran jumlah noise yang ditambahkan.

## **2.3 Proteksi Radiasi**

Proteksi radiasi merupakan upaya yang bertujuan untuk mengurangi paparan radiasi sebanyak mungkin tapi tetap menjaga kualitas citra. Paparan radiasi yang di maksud disini adalah radiasi yang di terima oleh, operator, pasien, dan masyarakat umum. Cara yang dapat dilakukan adalah dengan mengurangi jumlah sinar-x ke pasien dan mengurangi jumlah hamburan sinar-x (Lestari, 2019).

### **2.3.1 Prinsip Proteksi Radiasi**

Menurut Perka Bapeten No 8 tahun 2011, persyaratan proteksi radiasi meliputi 3 prinsip proteksi radiasi, yaitu justifikasi, limitasi dan penerapan optimasi dan keselamatan radiasi. Persyaratan proteksi radiasi tersebut harus pada tahap perencanaan, desain, dan penggunaan fasilitas di instalasi untuk radiologi diagnostik dan intervensional.

#### **1. Justifikasi atau Pembenaran**

Justifikasi penggunaan pesawat sinar – X dalam pasal ayat (1) harus di dasarkan pada pertimbangan bahwa manfaat yang di peroleh jauh lebih besar dari pada resiko bahaya yang ditimbulkan. Justifikasi pemberian paparan radiasi kepada pasien untuk keperluan diagnostik intervensional harus di berikan oleh dokter atau dokter gigi dalam bentuk rujukan atau konsultasi.

#### **2. Limitasi**

Prinsip ini menghendaki agar dosis radiasi yang diterima oleh seorang dalam menjalankan suatu kegiatan pelayanan radiologi diagnostik dan

intervensional tidak boleh melebihi nilai batas dosis (NBD) yang ditetapkan oleh instansi berwenang. Yang dimaksud nilai batas dosis di sini adalah dosis radiasi yang diterima radiasi eksternal dan internal selama 1 (satu) tahun tidak tergantung pada laju dosis. Penetapan NBD ini tidak memperhitungkan penerimaan dosis untuk tujuan medis dan yang berasal dari radiasi alam. NBD untuk pekerja radiasi adalah 20 mSv/tahun rata-rata selama 5 tahun tidak boleh melebihi 100 mSv, dan NBD untuk publik 1 mSv/tahun.

### 3. Optimisasi

Penerapan optimisasi proteksi dan keselamatan radiasi harus diupayakan agar pekerja radiasi di instalasi radiologi dan anggota masyarakat disekitar instalasi radiologi menerima paparan radiasi sederhana mungkin yang dapat dicapai. Penerapan optimisasi proteksi dan keselamatan kerja harus diupayakan agar pasien menerima dosis radiasi serendah mungkin sesuai dengan yang diperlukan untuk mencapai tujuan diagnostik. Penerapan optimisasi sebagai mana dimaksud pada ayat (1) dan ayat (2) dilaksanakan melalui prinsip optimisasi proteksi dan keselamatan radiasi yang meliputi: pembatasan dosis untuk pekerja radiasi dan anggota masyarakat, dan tingkat panduan paparan medis untuk panduan paparan medis diterapkan untuk radiografi dan fluoroskopi. Tingkat panduan paparan medis dapat dilampaui asalkan ada justifikasi berdasarkan kebutuhan *klinis*.

Tingkat Panduan Paparan Radiasi, yang dikenal juga sebagai Tingkat Panduan Diagnostik (TPD) atau Diagnostic Reference Level (DRL), adalah nilai

acuan dosis radiasi atau aktivitas radiofarmaka yang diberikan pada pasien selama prosedur diagnostik radiologi. TPD digunakan sebagai alat optimisasi proteksi radiasi untuk memastikan dosis yang diterima pasien tidak melebihi kebutuhan diagnostik sehingga menghindari paparan radiasi yang tidak perlu. Nilai ini ditetapkan berdasarkan survei dosis dari berbagai fasilitas radiologi dan disesuaikan dengan standar nasional, seperti yang diatur oleh BAPETEN di Indonesia (BAPATEN, 2011).

Dalam praktiknya, TPD membantu mengidentifikasi dan mengontrol variasi dosis radiasi yang signifikan antar pemeriksaan serupa, sehingga dosis yang diterima pasien tetap dalam batas aman dan efektif. Misalnya, untuk pemeriksaan Thorax PA dewasa, dosis radiasi yang diterima pasien bervariasi antara 0,20 mGy sampai 0,30 mGy, dengan nilai persentil ke-75 sebesar 0,0275 mGy, yang masih di bawah standar nasional 0,4 mGy. Penggunaan TPD juga berperan dalam pengawasan dosis pekerja radiasi dan masyarakat, dengan batas dosis efektif tahunan untuk pekerja radiasi sebesar 20 mSv dan untuk masyarakat umum 1 mSv. Penerapan TPD merupakan bagian dari prinsip optimisasi proteksi radiasi yang bertujuan meminimalkan paparan radiasi tanpa mengurangi kualitas diagnostik (BAPATEN, 2011).

### **2.3.2 Azas Proteksi Radiasi**

Menurut Rasad (2015) Asas proteksi radiasi adalah prinsip-prinsip dasar yang digunakan untuk melindungi manusia dan lingkungan dari bahaya paparan radiasi pengion. Tiga asas utama dalam proteksi radiasi adalah waktu, jarak, dan pelindung (shielding). Berikut penjelasan masing-masing asas tersebut:

### 1. Asas Waktu

Asas waktu menyatakan bahwa semakin singkat waktu seseorang terpapar radiasi, maka dosis radiasi yang diterima akan semakin kecil. Oleh karena itu, waktu paparan radiasi harus diatur agar seminimal mungkin. Misalnya, dalam prosedur radiologi, durasi paparan sinar-X dikurangi agar dosis radiasi yang diterima pasien dan petugas medis tidak berlebihan (Rasad, 2015).

### 2. Asas Jarak

Asas jarak mengacu pada prinsip bahwa radiasi yang diterima berkurang secara signifikan dengan bertambahnya jarak dari sumber radiasi. Radiasi dipancarkan ke segala arah dari sumbernya, sehingga dengan meningkatkan jarak dari sumber radiasi, paparan radiasi dapat dikurangi secara drastis. Penelitian menunjukkan bahwa radiasi hambur menurun secara signifikan pada jarak tertentu dari sumber radiasi, sehingga menjaga jarak adalah cara efektif untuk mengurangi paparan (Rasad, 2015).

### 3. Asas Pelindung (*Shielding*)

Pelindung atau *shielding* adalah penggunaan bahan atau alat pelindung yang dapat menyerap atau menghalangi radiasi agar tidak mencapai tubuh. Contohnya adalah penggunaan apron timbal (Pb), sarung tangan timbal, kaca mata timbal, dan tirai timbal di ruang radiologi. Pelindung ini sangat penting untuk mengurangi dosis radiasi yang diterima oleh pekerja dan pasien (Rasad, 2015).

Ketiga asas ini merupakan bagian dari prinsip proteksi radiasi yang lebih luas, yang juga meliputi asas justifikasi, optimisasi (ALARA: As Low As Reasonably Achievable), dan limitasi dosis, yang bertujuan agar paparan radiasi selalu ditekan serendah mungkin tanpa mengurangi manfaat dari penggunaan radiasi itu sendiri. Singkatnya, proteksi radiasi efektif dilakukan dengan:

- a. Meminimalkan waktu paparan radiasi,
- b. Memaksimalkan jarak dari sumber radiasi,
- c. Menggunakan pelindung radiasi yang sesuai.

### **2.3.3 Proteksi Radiasi Terhadap Petugas**

Petugas berlindung pada tabir yang berlapis *Pb* dan menjalankan prinsip proteksi radiasi seperti menggunakan pelindung (*shielding*), menjaga jarak, dan juga mempersingkat waktu paparan radiasi, menurut, Bapeten No. 4 Tahun 2013 pasal 15 untuk pekerja radiasi:

1. Dosis efektif rata-rata sebesar 20 mSv pertahun dalam periode 5 tahun tidak boleh melebihi 100 mSv.
2. Dosis efektif sebesar 50 mSv dalam satu tahun tertentu.
3. Dosis ekuivalen untuk lensa mata rata-rata sebesar 20 mSv per tahun dalam 5 tahun dan 50 mSv dalam 1 tahun tertentu.
4. Dosis ekuivalen untuk kulit sebesar 500 mSv pertahun.
5. Dosis ekuivalen untuk tangan dan kaki sebesar 150 mSv pertahun.

### 2.3.4 Proteksi Radiasi Terhadap Pasien

Menurut Bushong 2017 Proteksi Radiasi terhadap pasien yaitu sebagai berikut:

1. *Collimation* (pembatasan)

Membatasi luas lapangan untuk mengurangi dosis radiasi yang di terima pasien. Luas penyinaran dengan sinar selalu di batasi sesuai dengan objek (Bushong, 2017).

2. *Filtration* (penyaringan)

Melakukan pengecekan filter pada tabung sinar x agar tidak terjadi kebocoran radiasi yang berlebih. Guna filtrasi untuk mengurangi atau menyaring jumlah sinar berenergi rendah yang tidak berguna mencapai tubuh pasien sehingga hanya sinar – X berenergi tinggi dan berguna untuk menghasilkan gambaran radiografi yang keluar, filtrasi yang di nyatakan minimal adalah 75 kV untuk tabung radiografi (Bushong,2017).

Adapun bahan filter yang sering digunakan adalah:

- a. Aluminium

Bahan filter yang paling umum digunakan karena efisien dalam menyerap sinar-X berenergi rendah melalui efek fotolistrik. Aluminium mudah dibentuk, tersedia dalam jumlah banyak, dan harganya relatif murah. Aluminium digunakan untuk tegangan tabung sinar-X antara 30–120 kV (Bushong,2017).

- b. Tembaga (Cu)

Digunakan untuk tegangan tabung antara 120–250 kV. Tembaga memiliki kemampuan atenuasi yang lebih tinggi dibanding aluminium

sehingga efektif untuk sinar-X dengan energi lebih tinggi (Bushong,2017).

c. Timah (SN)

Digunakan untuk tegangan tabung antara 250–600 kV. Timah membantu menyaring sinar-X berenergi rendah pada rentang tegangan yang lebih tinggi (Bushong,2017).

d. Bahan *rare eart* (misalnya *gadolinium*, *holmium* dan *erbium*)

Kadang-kadang digunakan sebagai filter khusus yang memanfaatkan efek *K-edge attenuation* untuk meningkatkan kualitas sinar-X dengan menghilangkan energi rendah lebih efektif (Bushong, 2017).

### 3. *Shielding*

*Shielding* pada proteksi radiasi terhadap pasien adalah penggunaan bahan pelindung, umumnya berbahan timbal (Pb), seperti apron timbal, pelindung tiroid, dan *gonad shield*, yang berfungsi untuk menghalangi atau menyerap radiasi hambur yang tidak mengenai area target pemeriksaan. Penggunaan pelindung ini sangat penting untuk melindungi bagian tubuh pasien yang rentan terhadap radiasi, seperti organ reproduksi, tiroid, dan payudara, sehingga dapat mengurangi dosis radiasi yang tidak perlu dan menurunkan risiko efek samping jangka panjang akibat paparan radiasi. Ketebalan apron timbal biasanya sekitar 0,25 mm untuk pemeriksaan radiologi diagnostik, yang efektif mengurangi sebagian besar bahaya radiasi, dan penggunaannya harus disesuaikan dengan jenis pemeriksaan agar perlindungan optimal dapat diberikan (Bushong, 2017).

#### 4. Teknik Radiografi

Melakukan teknik radiografi yang tepat di mana antaranya pengaturan faktor eksposi, FFD dan posisi pasien sehingga dapat mengurangi terjadinya pengulangan pemotretan (Fatimah et al,2020).

### 2.4 Anatomi dan Patologi

#### 2.4.1 Anatomi *Knee Joint*

*Knee joint* merupakan sendi yang paling kompleks yang terdapat di tubuh manusia. *Patellofemoral joint* juga merupakan bagian dari sendi lutut, di mana patella berartikulasi dengan permukaan *anterior femur* bagian *distal* (Ballinger and D. Frank, 2003). *Tibia, Fibula, Femur, Patella* disatukan dalam sekelompok *ligamen* yang kompleks. Ligamen saling bekerja sama untuk memberikan stabilitas pada sendi lutut (Long, Bruce w and hall rollins, & Smith, 2016).

Persendian lutut merupakan persendian yang bentuknya berlendir atau synovial kompleks, yang dibentuk oleh permukaan ujung tonjolan *Os Femur*, ujung atas *Os Tibia*, dan bagian *posterior* dari bentuk permukaan *Os Patella* (Ballinger and Frank, 2003) (Pearce, 2009). Rasio lutut tersusun antara dua jenis jaringan, yaitu jaringan pertama disebut sebagai jaringan keras (*Hard tissue*) dan yang kedua disebut juga jaringan lunak (*Soft tissue*) (Long, Bruce w and hall rollins, & Smith, 2016).



Gambar 2.6 Knee joint  
(Sumber: Lampignano and Kendrick, 2018)

a. *Femur*

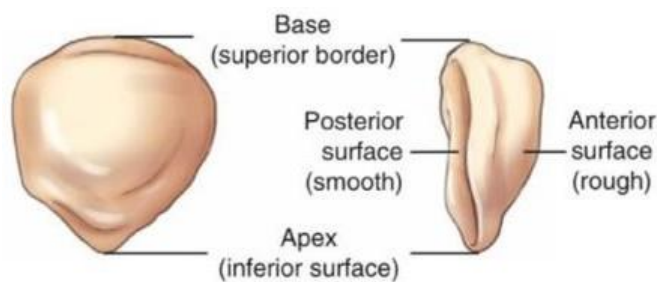
*Femur* yaitu tulang terpanjang, terkuat dan tulang terberat yang terdapat pada tubuh manusia. *Femur* terbagi menjadi tiga yaitu ujung *proksimal*, batang, dan ujung *distal*. Pada ujung *distal femur* melebar dan memiliki dua pengaruh besar; yang lebih besar *condylus medial* dan yang lebih kecil *condyles lateral*. Bagian *condyles anterior* dipisahkan oleh permukaan *Patella* dan pada bagian *condyles posterior* dipisahkan oleh *fossa intercondylaris* (Ballinger and D.Frank, 2003).



Gambar 2.7 Femur  
(Sumber: Lampignano and Kendrick, 2018)

b. *Os Patella*

*Patella* atau penutup lutut merupakan tulang *sesamoid* terbesar dan paling konstan di dalam tubuh. *Patella* merupakan tulang datar berbentuk segitiga yang terletak dibagian *distal* permukaan *anterior* tulang paha. *Apex patella* meruncing ke arah bagian bawah dan permukaan *anterior* tulangnya kasar, terletak di bagian depan sendi lutut (Pearce, 2009).



2.8 Patella

(Sumber: Lampignano and Kendrick, 2018)

## 2.4.2 Patologi

Ada beberapa indikasi yang bisa terjadi pada fossa intercondylar atau sendi lutut, antara lain:

a. *Osteoarthritis (OA)*

Osteoarthritis merupakan penyakit sendi degeneratif kronis atau penyakit yang menyebabkan kerusakan sendi yang tidak diketahui penyebabnya (Anggrani dan Hendrati, 2014).

b. *Dislokasi*

*Dislokasi* adalah pergeseran tulang dari satu tulang ke tulang yang lainnya dari posisi normalnya. Send yang tidak berhubungan dengan satu sama lainnya disebut dengan dislokasi (luksasi), sedangkan sendi yang masih

terhubung satu sama lain disebut subluksasi (Bontrager and Lampignano, 2014).

c. *Fraktur*

*Fraktur* merupakan gangguan integritas pada tulang di karenakan adanya tekanan yang berlebihan hingga terjadinya retak atau path 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. Juga trauma ringan ringan yang terus menerus dapat menimbulkan fraktur (Rasad, 2005).

#### 2.4.3 Teknik Pemeriksaan

*Patellofemoral joint* Proyeksi *Tengensial* Metode *Hughston* (Ballinger, Philips. W. 2003).

1. Posisi Pasien

Posisi pasien prone atau telungkup diatas meja pemeriksaan dengan posisi kaki yang akan di foto di fleksikan dan kaki yang tidak di foto diluruskan.

2. Posisi Objek

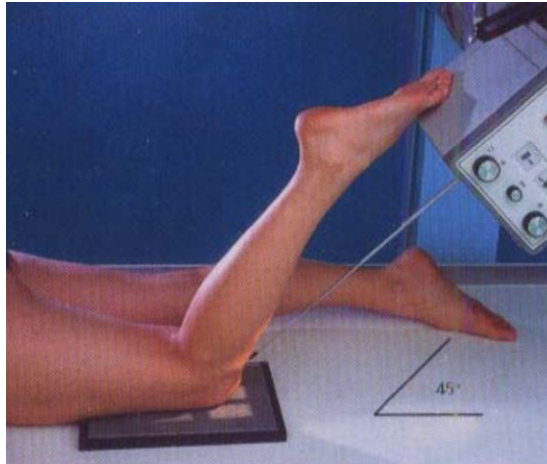
Atur *knee* yang akan di foto berada di pertengahan kaset dengan *cruris* membentuk sudut 50-60° terhadap kaset.

3. *Central Ray (CR)*

Sinar berpusat ke sendi patellofemoral joint dengan sudut 45 derajat chephalad

4. *Cental Point (CP)*

Persendian *patellofemoral joint*.



Gambar 2.9 Posisi pasien  
(Sumber: Ballingers, Philips.W.2003)



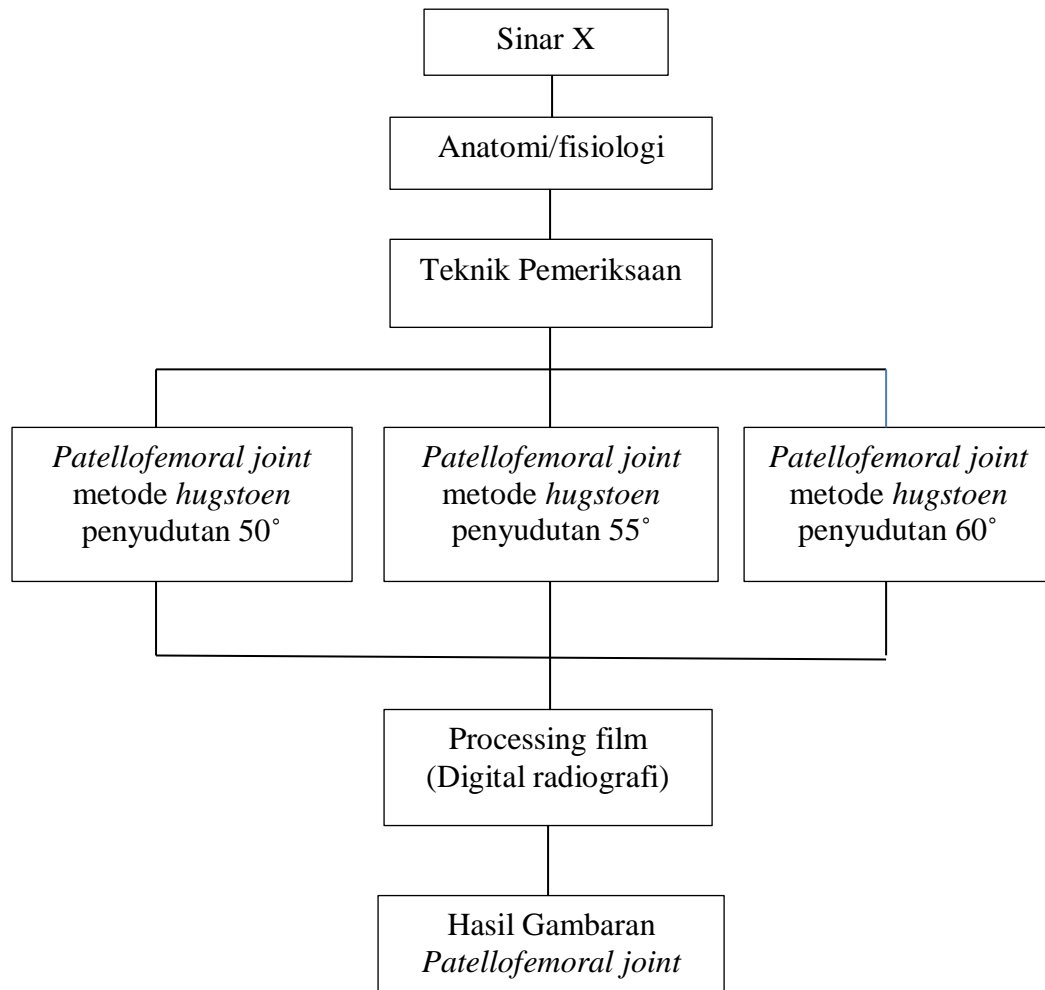
Gambar 2.10 Hasil gambaran  
(Sumber: Ballingers, Philips.W.2003)

Kriteria gambaran :

1. Tampak *patella*
2. Artikulasi *patellofemoral* terbuka
3. Permukaan *condyle femoral*
4. Jaringan lunak *patellofemoral joint*

## 2.5 Kerangka Teori

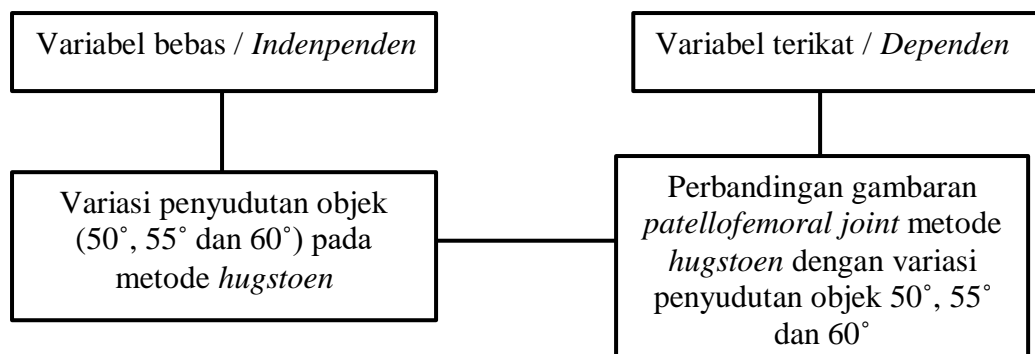
Menurut Sumantri (2011), kerangka teori merupakan suatu kerangka untuk menjawab pertanyaan penelitian, menunjukan pada sumber penyusunan kerangka dapat berupa teori yang ada.



Tabel 2.1 Kerangka Teori

## 2.6 Kerangka Konsep

Menurut Notoatmodjo (2012), kerangka konsep penelitian adalah suatu uraian dan visualisasi hubungan atau kaitan antara konsep satu terhadap konsep yang lainnya, atau antara variabel yang satu dengan variabel yang lain dari masalah yang ingin diteliti.



Tabel 2.2 Kerangka konsep

## 2.5 Definisi Operasional

Adapun definisi operasional sebagai berikut:

Tabel 2.3 Definisi Operasional

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
Variasi penyudutan objek	Sudut penyudutan yang digunakan saat pemeriksaan patellofemoral join dengan motode hugstoen, yang divariasikan menjadi 50°, 55° dan 60°	Penyudutan Objek	Penyudutan 50° Penyudutan 55° Penyudutan 60°	Interval
Informasi anatomi	Kemampuan radiograf dalam menampilkan struktur anatomi secara jelas dan informative pada patellofemoral joint	Kuesioner	4 : sangat baik 3 : baik 2 : cukup 1 : kurang	Nominal

## 2.6 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, 2016).

Hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Hipotesis alternative ( $H_a$ )

Ada perbedaan perbandingan Patellofemoral joint metode hughstoen dengan variasi penyudutan  $50^\circ$ ,  $55^\circ$  dan  $60^\circ$ .

b. Hipotesis Nol ( $H_o$ )

Tidak ada perbedaan perbandingan hasil gambaran Patellofemoral joint metode hughstoen dengan variasi penyudutan  $50^\circ$ ,  $55^\circ$  dan  $60^\circ$ .

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang digunakan adalah *kuantitatif* dengan studi eksperimen. Menurut (Yatim Riyanto, 1996), penelitian eksperimen merupakan penelitian yang sistematis, logis dan teliti didalam melakukan control terhadap kondisi. Sedangkan (Sugiyono, 2010) menyatakan bahwa penelitian eksperimen adalah metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali. Dari pendapat tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa penelitian eksperimen adalah penelitian dengan melakukan percobaan terhadap kelompok eksperimen, kepada tiap kelompok eksperimen dikenakan perlakuan-perlakuan tertentu dengan kondisi-kondisi yang dapat dikontrol.

#### **3.2 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di instalasi Radiologi RSI Ibnu Sina Padang pada bulan Juni- September 2025.

#### **3.3 Populasi dan Sampel**

##### **3.3.1 Populasi**

Menurut Sugiono (2019) Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas objek atau subjek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya. Penelitian ini akan dilakukan kepada mahasiswa radiologi angkatan 22 Universitas

Baiturrahmah Padang yang berjumlah 79 orang terdiri dari 55 orang perempuan dan 24 orang laki-laki.

### 3.3.2 Sampel

Menurut Sugiyono (2019), sampel merupakan bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut dalam menentukan ukuran sampel dapat menggunakan teknik *purposive sampling* dengan jumlah sampel yang ditentukan menggunakan rumus *Cluster*. Teknik *purposive sampling* adalah suatu teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu. Dalam penelitian ini, kriteria yang digunakan adalah mahasiswa laki-laki. Dalam penelitian, peneliti menggunakan teknik *purposive sampling* dengan rumus 10% menurut (Nasution, 2012) yaitu dengan pertimbangan dengan besar sampelnya 10% sehingga di dapat 10% dari 24 adalah 3 sampel.

$$n = \frac{10}{100} \times \text{populasi}$$

Keterangan:

$$\begin{aligned} \text{Maka } n &= \frac{10}{100} \times 24 \\ &= \frac{240}{100} \\ &= 2,4 \text{ dibulatkan menjadi 3 orang sampel} \end{aligned}$$

Untuk menentukan sampel yang memenuhi syarat untuk diteliti maka perlu ditentukan kriteria inklusi dan eksklusi yaitu sebagai berikut:

#### 1. Kriteria inklusi:

Adalah kriteria atau ciri-ciri yang perlu dipenuhi oleh setiap anggota populasi yang diambil sebagai sampel (Notoatmodjo, 2012). Kriteria inklusi dalam penelitian ini yaitu:

- a. Bersedia menjadi pasien
- b. Mahasiswa radiologi angkatan 2022
- c. Berjenis kelamin laki-laki

## 2. Kriteria Eksklusi:

Kriteria eksklusi merupakan ciri-ciri anggota populasi yang tidak dapat diambil sampel (Notoatmodjo,2012). Kriteria eksklusi dalam penelitian ini yaitu:

- a. Tidak bersedia menjadi pasien
- b. Bukan mahasiswa radiologi angkatan 2022
- c. Berjenis kelamin perempuan

### 3.4 Responden

Menurut (Penelitian et al.,2023) sebagai pemberi tanggapan yang sangat diperlukan dalam penelitian yang melibatkannya mengingat dalam penelitian yang menggunakan responden, responden sebagai kunci untuk mendapatkan data empiris.

#### 1. Tingkat pendidikan

Klasifikasi ini mengarah pada penafsiran responden terhadap pertanyaan dan kemampuan dalam menangkap pertanyaan.

#### 2. Tingkat pengalaman

Meskipun dalam segi pendidikan tidak/kurang memadai, namun dari segi pengalaman dapat diharapkan untuk memberi informasi.

#### 3. Dalam hal ini tidak melihat pendidikannya, tetapi dengan pekerjaannya akan memberikan pengetahuan tersendiri dalam kehidupan bermasyarakat.

Responden pada penelitian ini berjumlah sebanyak 5 orang dokter spesialis Radiologi yang berpengalaman bekerja dibidang radiologi.

### 3.5 Metode Pengumpulan Data

Penulis melakukan pengumpulan data dalam karya tulis ilmiah ini dengan menggunakan metode sebagai berikut:

#### 1. Studi Kepustakaan

Peneliti melakukan studi kepustakaan dengan cara penelusuran referensi dan literature yang terkait dengan masalah yang diteliti melalui buku-buku yang terdapat di perpustakaan dan situs internet untuk mendukung masalah yang diteliti.

#### 2. Observasi

Dalam hal ini penulis melakukan penelitian langsung kelapangan untuk mengumpulkan data secara langsung yang dilakukan di Instalasi Radiologi Rumah sakit Ibnu Sina Padang.

#### 3. Dokumentasi

Dokumentasi yang dilakukan pada karya tulis ini dimaksudkan untuk menyimpan segala sesuatu yang berupa gambar, foto, dan penyimpanan hal-hal lain yang berhubungan dengan penelitian karya tulis ilmiah.

#### 4. Kuisioner

Hasil Radiograf pemeriksaan *patellofemoral joint* dengan variasi penyudutan 50°, 55° dan 60° akan dibacakan oleh radiolog yang bertujuan untuk melihat gambaran *patellofemoral joint* yang lebih optimal.

### 3.6 Instrumen Penelitian

Menurut Sugiyono (2019) “instrument penelitian” adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur fenomena alat maupun sosial yang diamati. Instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

#### 1. Form Kuisisioner

Menurut Sugiyono (2014) Kuisisioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawabnya. Kuisisioner juga merupakan teknik pengumpulan data yang efisien bila peneliti tau dengan pasti variabel yang akan diukur dan tau apa yang bisa diharapkan dari responden.

#### 2. Uji Validitas dan Uji Reliabilitas

Uji validitas adalah uji yang digunakan untuk mengetahui seberapa cermat suatu item dalam mengukur apa yang diukur pada kuisisioner tersebut. Item dapat dikatakan valid jika adanya korelasi yang signifikan dengan skor totalnya, hal ini menunjukkan adanya dukungan item tersebut dalam mengungkapkan suatu yang ingin diungkapkan di kuisisioner tersebut. Item biasanya berupa pertanyaan atau pernyataan yang ditunjukkan kepada responden untuk mengungkapkan sesuatu (Duwi Priyanto, 1982).

Uji *Reliabilitas* digunakan untuk mengetahui konsistensi alat ukur pada kuisisioner, maksudnya apakah alat ukur tersebut akan mendapatkan pengukuran yang tetap konsisten jika pengukuran diulang kembali. Metode yang sering digunakan dalam penelitian untuk mengukur skala

rentangan adalah *Cronbach Alpha*. Uji realibilitas merupakan kelanjutan dari uji validitas, dimana item yang masuk pengujian adalah item yang valid saja. Untuk menentukan apakah instrument reliabel atau tidak, gunakan batasan 0,6. Menurut Sekaran (1992), reabilitas kurang dari 0,6 adalah kurang baik, sedangkan 0,7 dapat menerima dan diatas 0,8 adalah baik.

### 3. Form Kesiediaan Sample dan Responden

*Informed Consent Form* adalah dokumen resmi yang menyatakan persetujuan sukarela dari calon responden/partisipan untuk terlibat dalam suatu penelitian setelah memahami tujuan, manfaat, prosedur, dan konsukuensinya.

### 4. Pesawat Sinar X

*Merk* : DR-GEM

*Type* : DIAMOND 5

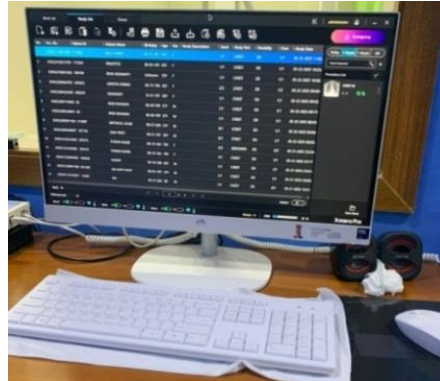
No seri : DRE14A0034

Max / Focus : 150 kV



Gambar 3.1 Pesawat sinar X  
(Sumber : RSI Ibnu Sina Padang)

## 5. DR (*Wordstation*)



Gambar 3.2 *wordstation*  
(Sumber : RSI Ibnu Sina Padang)

## 6. Printer

*Merk* : Carestream

*Type* : Dry View 5950 laser imager

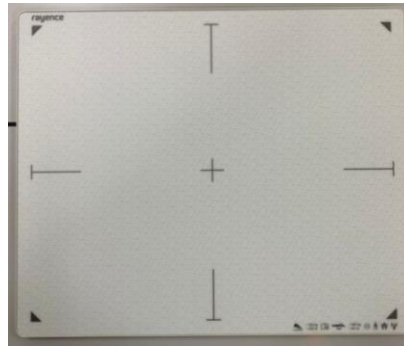
No seri : K5481-8441



Gambar 3.3 printer  
(Sumber : RSI Ibnu Sina Padang)

## 7. Detector

*Merk* : Rayence



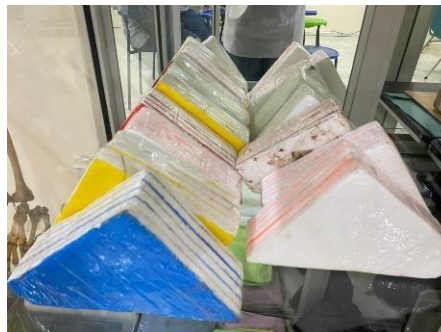
Gambar 3.4 Kaset  
(Sumber : RSI Ibnu Sina Padang)

## 8. Film



Gambar 3.5 Kaset  
(Sumber : RSI Ibnu Sina Padang)

## 9. Spon



Gambar 3.6 Spon  
(Sumber : RSI Ibnu Sina Padang)

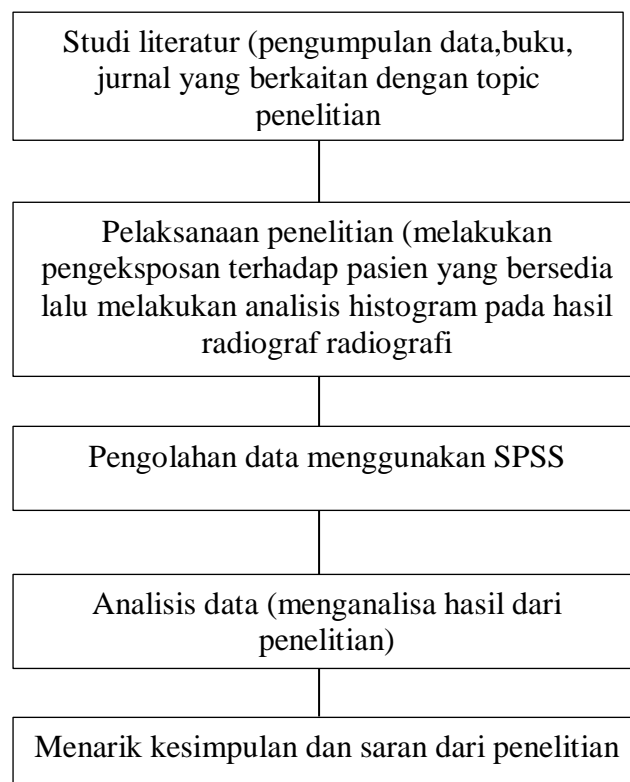
### 3.7 Langkah-langkah Penelitian

Langkah-langkah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat dan bahan seperti pesawat sinar x, detector, film, apron dan automatic processing.
2. Melakukan pemeriksaan radiologi pada *patellofemoral joint* terhadap 3 orang pasien dengan 3 kali ekspose untuk pasien pada penyudutan objek 50°, 55° dan 60°, dengan faktor eksposi yang digunakan pada masing-masing pasien disesuaikan dengan melihat bobot dan ketebalan objek yang akan di periksa dengan menggunakan kv dan mAs yang telah disesuaikan, kemudian lakukan ekspose pada masing-masing pasien.
3. Setelah di ekspose, film diproses pada automatic image processing sehingga didapat hasil radiograf patellofemoral joint dengan penyudutan objek 50°, 55° dan 60°.
4. Hasil gambaran yang telah didapat kemudian dilakukan pengisian kusioner dengan 5 orang dokter radiologi senior. Kusioner bertujuan untuk mendapatkan perbandingan hasil gambaran manakah yang memperlihatkan patellofemoral joint yang lebih maksimal.
5. Setelah didapat hasil kusioner, kemudian dilakukan pengolahan data dan analisa data sehingga hasil gambaran radiograf yang terbaik dari ketiga penyudutan.

### 3.8 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini merupakan proses penelitian yang akan dilalui oleh penulis. Adapun gambaran dan langkah – langkah yang akan dilewati oleh peneliti sebagai berikut:



Tabel 3.1 Alir Penelitian

### 3.9 Variabel Penelitian

#### 1. Variabel Bebas (*Independent*)

Menurut Sugiyono (2019) variabel independen adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel *dependen*. Variabel bebasnya adalah variasi penyudutan objek ( $50^\circ$ ,  $55^\circ$  dan  $60^\circ$ ) pada metode hugstoen.

## 2. Variabel Terikat (*Dependen*)

Variabel *dependen* adalah variabel yang dipengaruhi atau dikenal juga sebagai variabel yang menjadi akibat karena adanya variabel *independen* (Sugiyono, 2019). Variabel terikatnya adalah perbandingan gambaran patellofemoral joint metode hugstoen dengan variasi penyudutan objek 50°, 55° dan 60°.

### 3.10 Pengolahan Data

Setelah semua data terkumpul, lalu data tersebut diolah dengan langkah- langkah berikut:

#### 1. Editing

Editing adalah meneliti data-data yang telah diperoleh, terutama dari kelengkapan jawaban, keterbacaan tulisan, kejelasan makna, kesesuaian dan relevansinya dengan data yang lain.

#### 2. Scoring

Memberikan nilai pada masing-masing item kuesioner yang diperlukan. Pada kuisisioner variasi penyudutan objek 50<sup>0</sup> 55° dan 60° pada pemeriksaan *patellofemoral joint* metode *hugstoen* terhadap kriteria anatomi radiograf yang baik, jawaban Anatomi sangat jelas diberi angka “4” dan untuk jawaban Anatomi tidak jelas diberi angka “1”.

#### 3. Coding (Pengkodean)

Pengkodean atau coding yakni mengubah data berbentuk kalimat atau huruf menjadi data angka atau bilangan (Notoatmodjo, 2018).

Coding atau pemberian kode ini sangat berguna dalam memasukkan data (data entry).

Pengkodean dilakukan dengan cara:

- a. Gambaran Anatomi Sangat Jelas: 4
  - b. Gambaran Anatomi Jelas: 3
  - c. Gambaran Anatomi Kurang Jelas: 2
  - d. Gambaran Anatomi Tidak Jelas: 1
4. Memasukan data (Data Entry)

Dalam penelitian ini peneliti melakukan entry data dengan menggunakan program computer SPSS Statistics 20 (Notoatmodjo,2018).

### **3.11 Analisis Data**

Analisis data dilakukan untuk mendeskripsikan, menghubungkan dan menginterpretasikan suatu data penelitian (Notoatmodjo, 2018). Analisis data yang digunakan yaitu dengan menggunakan aplikasi SPSS dengan *uji friedman*. Untuk menganalisis data tersebut dapat dilihat dalam table kesimpulan dari hasil uji tersebut. Jika dalam table kesimpulan dalam *uji friedman* menunjukkan nilai  $\text{sig} < 0,05$  dapat disimpulkan bahwa data memiliki perbedaan yang signifikan antar tiga variable. Jika nilai  $\text{sig} > 0,005$  data dapat disimpulkan tidak adanya perbedaan yang signifikan antar tiga variabel.

### **3.12 Penyajian Data**

Penyajian data merupakan sebagai sekumpulan informasi tersusun yang memberikan kemungkinan adanya penarikan kesimpulan dan pengambilan tiundakan (Miles dan Huberman, 1992).

Data akan diolah menggunakan SPSS, dan disajikan dalam bentuk tabel sesuai data yang telah diperoleh dari radiolog. Setelah itu dilakukan penarikan kesimpulan dan saran.

Dari lembaran daftar checklist kusiner yang disebarkan kepada sumber yang dapat dipertanggung jawabkan, maka penilaian ini dilakukan berdasarkan standar di bawah ini :

Nama Responden :

Tanggal :

Tempat :

Nama Pasien :

NO	PERTANYAAN	PROYEKSI											
		Hugstoen penyudutan objek 50°				Hugstoen penyudutan objek 55°				Hugstoen penyudutan objek 60°			
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
1	bagaimanakah gambaran patella yang dihasilkan?												
2	bagaimanakah gambaran patellofemoral joint (permukaan sendi patella dan sendi femur) yang dihasilkan?												
3	bagaimanakah hasil gambaran lateral femoral condyle yang dihasilkan?												
4	bagaimanakah hasil gambaran medial femoral condyle yang dihasilkan?												

Keterangan :

1. Nilai 4 = sangat jelas

Apabila mampu memperlihatkan anatomi dari objek tersebut dengan sangat jelas.

- a. Apabila patella terlihat sangat jelas pada pertengahan Lateral femoral condyle dan Medial femoral condyle
- b. Patellofemoral joint terlihat sangat terbuka, permukaan sendi patella dan sendi femur tampak sangat jelas dan sangat tegas.
- c. Lateral femoral condyle terlihat sangat jelas terpisah dari patella dan tidak saling superposisi.
- d. Medial femoral condyle terlihat sangat jelas terpisah dari patella dan tidak saling superposisi.

2. Nilai 3 = jelas

Apabila mampu memperlihatkan anatomi dari objek tersebut dengan jelas.

- a. Apabila patella terlihat jelas pada pertengahan Lateral femoral condyle dan Medial femoral condyle
- b. Patellofemoral joint terlihat terbuka, permukaan sendi patella dan sendi femur tampak jelas dan tegas.
- c. Lateral femoral condyle terlihat jelas terpisah dari patella dan tidak saling superposisi.
- d. Medial femoral condyle terlihat jelas terpisah dari patella dan tidak saling superposisi.

3. Nilai 2 = cukup jelas

Apabila mampu memperlihatkan anatomi dari objek tersebut dengan cukup jelas.

- a. Apabila patella terlihat cukup jelas pada pertengahan Lateral femoral condyle dan Medial femoral condyle

- b. Patellofemoral joint terlihat cukup terbuka, permukaan sendi patella dan sendi femur tampak cukup jelas dan cukup tegas.
- c. Lateral femoral condyle terlihat cukup jelas terpisah dari patella dan tidak saling superposisi.
- d. Medial femoral condyle terlihat cukup jelas terpisah dari patella dan tidak saling superposisi.

4. Nilai 1 = kurang jelas

Apabila mampu memperlihatkan anatomi dari objek tersebut dengan kurang jelas.

- a. Apabila patella terlihat tidak jelas pada pertengahan Lateral femoral condyle dan Medial femoral condyle
- b. Patellofemoral joint terlihat tidak terbuka, permukaan sendi patella dan sendi femur tampak kurang jelas dan kurang tegas.
- c. Lateral femoral condyle terlihat tidak jelas terpisah dari patella dan tidak saling superposisi.
- d. Medial femoral condyle terlihat tidak jelas terpisah dari patella dan tidak saling superposisi.