

RANCANG BANGUN PEMBUATAN PHANTOM FEMUR DARI GIPS SEBAGAI PENGANTI TULANG MANUSIA DI INSTALASI RUMAH SAKIT UMUM CEMPAKA LIMA BANDA ACEH

Kartika Sari¹, Nadia Surahmi², Buge Ken Tawar³

^{1,2,3} Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Sihat Beurata Banda Aceh

*correspondence author: sari0935@gmail.com

Informasi Artikel

Diterima:
13 oktober 2024

Revised :
1 Nopember 2024

Accepted:
2 Nopember 2024

Kata kunci:

*Phantom; OS
Femur; bubuk
gypsum.*

Abstrak

Phantom merupakan alat peraga untuk pengetahuan tentang anatomi tubuh yang digunakan oleh institusi pendidikan dalam menangani pasien dan alat uji peralatan. Karya tulis ilmiah ini bertujuan untuk mengetahui cara perancangan dan pembuatan *phantom Femur* dari gips sebagai pengganti tulang manusia yang digunakan sebagai bahan praktikum atau bahan pembelajaran di Rumah Sakit umum Cempaka Lima Banda Aceh. Penelitian ini telah dilakukan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit umum Cempaka Lima Banda Aceh, dilakukan pada bulan Februari 2024. Metode yang digunakan oleh penulis dalam pengumpulan data meliputi: 1) Eksperimen (2) Studi Keperpustakaan, dan 3) Interview. Pembuatan *phantom Femur* ini dirancang dengan menggunakan bahan-bahan seperti bubuk gips, resin, katalis, dan plastisin, dengan cara pengumpulan data kuesioner untuk menilai kelayakan penggunaan *phantom Femur*. Dan dari hasil penelitian yang telah penulis lakukan dan hasil responden menyatakan bahwa 60 % sangat mirip dengan tulang femur manusia dan 80 % menyatakan, sangat layak digunakan untuk praktikum mahasiswa dan sebagai alat pengganti objek yang akan dipelajari pada kegiatan pembelajaran.

How to Cite: Kartika Sari; Nadia Surahmi & Buge Ken Tawar. (2024). Rancang Bangun Pembuatan Phantom Femur Dari Gips Sebagai Penganti Tulang Manusia di Instalasi Rumah Sakit Umum Cempaka Lima Banda Aceh. *PERISAI: Jurnal Pendidikan dan Riset Ilmu Sains*, 3(3), 445-460. DOI: <https://doi.org/10.32672/perisai.v3i3.2292>

Pendahuluan

Radiologi merupakan ilmu kedokteran yang digunakan untuk melihat bagian tubuh manusia yang menggunakan pancaran atau radiasi gelombang elektromagnetik maupun gelombang mekanik. Modalitas pencitraan merupakan istilah dari alat-alat yang digunakan dalam bidang Radiologi untuk melakukan diagnosa terhadap penyakit. Pemeriksaan Radiologi memungkinkan suatu penyakit terdeteksi pada tahap awal sehingga akan meningkatkan kebersihan pengobatan yang dilakukan.

Jenis pemeriksaan ini dilakukan dengan peralatan pencitraan diagnostik yang perkembangannya sangat dipengaruhi oleh kemajuan fisika, kimia, biologi, serta teknologi, dan komputer (Suyatno, dkk, 2011).

Sinar-X adalah pancaran gelombang elektromagnetik yang sejenis dengan gelombang radio, panas, cahaya sinar ultraviolet, tetapi mempunyai panjang gelombang yang sangat pendek sehingga dapat menembus benda-benda. Sinar-X tidak dapat dilihat, tidak dapat dibelokkan oleh medan magnet, tidak dapat difokuskan oleh lensa apapun, dapat dibelokkan setelah menembus logam padat atau benda padat, mempunyai daya tembus yang sangat tinggi, dapat difraksikan oleh unsur kristal tertentu, mempunyai panjang gelombang sangat pendek, mempunyai frekuensi gelombang yang tinggi, dapat bereaksi dengan film sehingga timbul gambar setelah diberikan paparan (Jauhari, 2008).

Untuk dapat menghasilkan citra Radiografi yang memberikan informasi semaksimal mungkin diperlukan kualitas citra Radiograf yang optimal. Kualitas citra Radiograf termasuk : ketajaman dan rinci, kontras dan kepadatan. Dalam mencari kualitas citra yang dianalisis adalah padat dan kontras. Densitas merupakan derajat penghitaman film akibat banyak intensitas radiasi yang mengenai film, semakin tinggi tegangan tabung yang diberikan maka kepadatan juga akan semakin meningkat (Bushong, 2010).

Dalam proses pembelajaran Radiologi, mahasiswa dituntut untuk menguasai teknik pemeriksaan Radiologi dengan berbagai posisi pemeriksaan dan kondisi pasien. Sehingga dalam praktikum di laboratorium Radiologi mahasiswa akan melakukan eksposi berulang kali menggunakan sinar-x agar trampil dan benar dalam membuat foto Radiologi. Dalam kondisi ini, penggunaan obyek manusia dalam praktikum menjadi berbahaya dikarenakan eksposi sinar-x kepada obyek secara berulang akan menimbulkan efek somatik dan atau efek genetik (Meredith, 1984).

Berdasarkan kondisi tersebut diperlukan obyek pengganti berupa *phantom* Radiologi agar mahasiswa tidak perlu mendapatkan eksposi sinar-x selama proses pembelajaran. *Phantom* harus memberikan hasil pencitraan yang sama dengan hasil pencitraan menggunakan obyek manusia. *Phantom* juga mempunyai struktur tulang yang tertutup dengan gel lunak dalam kulit yang didukung dengan material keras.

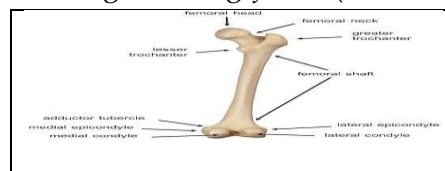
Anatomi Os Femur

Femur adalah tulang terpanjang dari tubuh. Tulang itu bersendi dengan *acetabulum* dalam posmasi persendian panggul dan menjulur *medial* ke lutut dan membuat sendi dengan *Tibia*, tulangnya berupa tulang pipa dan mempunyai sebuah batang dan dua ujung. *femur* adalah tulang yang paling panjang dan besar. Rerata panjang *femur* laki-laki adalah 48cm dan rata - rata diameter 2,84cm pada pertengahan *femur* serta dapat menahan 30 kali berat tubuh manusia dewasa (Nareliya & Kumar, 2012).

Kedua kondilnya sangat jelas menonjol yang medial lebih rendah dari pada yang lateral, kedua-duanya masuk dalam formasi persendian lutut. Lekuk *interkondiler* memisahkan kondil-kondil itu disebelah belakang (Pearce, 2017).

Permukaan lekuk-lekuk ini memberi kaitan pada persilangan *ligament* sendi lutut. Disebelah depan kondil dipisahkan permukaan patellaris yang berbentuk *anterior* antara kedua kondil itu dan diatas permukaan ini terletak patella. Permukaan tibia kondil-kondil *femur* ada dibawahnya dan duduk diatas permukaan sebelah atas kondil *tibia*. Permukaan ini terbagi dalam dua daerah lekukan dalam, *fosa interkondiler*. Permukaan yang berbentuk belah ketupat dan atasnya berjalan pembuluh *popliteum*.

Femur mengadakan persendian dengan tiga tulang : tulang *koxsa*, tulang *tibia*, dan *patella*, tetapi tidak bersendi dengan tulang *fibula* (Pearce, 2027).



Sumber: Ballinger, 1986

Gambar: Anatomi Femur

1. Head Femur

Kepala membentuk lebih dari setengah bola, dan diarahkan medial, ke atas dan sedikit ke depan. *Head* berartikulasi dengan *acetabulum* untuk membentuk pinggul bersama. Lubang kasar terletak tepat di bawah dan di belakang bagian tengah kepala. Lubang ini disebut *fovea*. (BD Chaurasia's, 2020).

2. Neck

Neck menghubungkan kepala dengan poros dan sekitar panjang 3,7 cm. Leher memiliki dua batas dan dua permukaan Batas atas, cekung dan *horizontal*, memenuhi poros di trokanter mayor. Perbatasan bawah, lurus dan miring, memenuhi poros di dekat yang lebih rendah *trokanter*. Permukaan *anterior* datar. Ini memenuhi poros di garis *intertrochanteric* (BD Chaurasia's, 2020)

3. Greater Trochanter

Greater Trochanter adalah tempat menonjol segi empat besar yang terletak di bagian atas persimpangan leher dengan poros Perbatasan atas *trokanter* terletak di tingkat dari bagian tengah kepala. *Trochanter mayor* memiliki batas atas dengan puncak, dan tiga permukaan, *anterior*, *medial* dan *lateral*. *Apeks* adalah bagian *posterior* yang terbalik dari *posterior* berbatasan. Permukaan *anterior* kasar pada bagian *lateral*. Permukaan *medial* memberikan kesan kasar diatas, dan *fossa trokanterika* dalam di bawah. Permukaan *lateral* dilintasi oleh punggung miring diarahkan ke bawah dan ke depan (BD Chaurasia's, 2020).

4. Lesser Trochanter

Lesser Trochanter adalah keunggulan kerucut yang diarahkan secara *medial* dan mundur dari persimpangan bagian *posteroinferior* leher dengan poros (BD

Chaurasia's, 2020).

5. *Intertrochanteric Line*

Garis *Intertrochanteric* Ini menandai persimpangan permukaan anterior leher dengan batang tulang paha. kasar yang menonjol punggung bukit yang dimulai di atas, pada sudut anterosuperior dari *trokanter mayor* sebagai *tuberkulum*, dan kontinu di bawah dengan garis *spiral* di depan yang lebih rendah *trokanter*. Garis spiral berputar mengelilingi poros di bawahnya *trokanter* kecil untuk mencapai permukaan posterior poros (BD Chaurasia's, 2020).

6. *Intertrochanteric Crest*

Lambang *Intertrochanteric* ini menandai persimpangan permukaan posterior leher dengan batang tulang paha. Bentuknya bulat halus ridge, yang dimulai di atas pada sudut *posterosuperior trokanter mayor* dan berakhir pada *trokanter mayor trokanter*. Elevasi yang membulat, sedikit di atasnya tengah, disebut *tuberkulum* kuadrat (BD Chaurasia's, 2020).

7. *Lateral Condyle*

Kondilus lateral datar secara *lateral*, dan lebih sejajar dengan poros. Oleh karena itu, *Kondilus Lateral* mengambil bagian lebih besar dalam transmisi berat badan ke tibia. Padahal itu kurang menonjol dari *kondilus medial*, ini lebih kokoh dan lebih kuat (BD Chaurasia's, 2020).

8. *Medial Condyle*

Kondilus Medial Kondilus ini secara *medial* cembung yang paling titik yang menonjol di atasnya disebut *epikondilus medial*. *Posterosuperior* ke *epikondilus* ada proyeksi, *tuberkel adduktor*. *Tuberkel* ini penting tengara. Garis epifisis untuk ujung bawah tulang paha melewatinya. *Intercondylar Fossa* atau *Intercondylar Notch* Takik ini memisahkan bagian bawah dan posterior dua condyles. Di *anterior* dibatasi oleh patela permukaan artikular, dan di posterior oleh *intercondylar* garis yang memisahkan takik dari *popliteal* permukaan (BD Chaurasia's, 2020).

Ujung atas memperlihatkan sebuah kepala yang menduduku dua daerah itu, dipuncaknya ada lekukan seperti bentuk kulit telur dengan permukaan kasar, untuk kaitan ligament teres. Dibawah ada leher yang Panjang dan gepeng. Ditempat leher yang menjadi batang, disebelah luar terdapat *throkantor mayor*, *throcantor minor*. Pada dasar leher tulang ada dua garis yang menghubungkan *throkantor mayor* dan *minor* yaitu garis *interthrocantor* di depan krista *interthrocantor* disebelah belakang. Yang terakhir di tandai sebuah *tuberkel* dari tulang, yaitu *tuberkel* kuadratum dipertengahan panjangnya. Batang *femur* berbentuk silindris, halus, dan bundar di depan dan disisinya. Melengkung kedepan dan kebelakang (Pearce, 2013).

Ujung bawah dan lebar dan memperlihatkan dua kondil, sebuah lekukan *interkondiler*, sebuah permukaan *popliteum*, dan sebuah permukaan patelaris. Tulang *femur* atau tulang paha merupakan tulang Panjang (*os longum*). Diujung *proximal* pada tulang *femur* terdapat *caput femoralis*, berbentuk bulat yang sesuai

dengan *acetabulum*. *Caput femoris* dan *corpus femoris* dihubungkan dengan *colum femoris*. Diujung *distal* tulang paha ini memiliki 2 tonjolan sendi yaitu *condilus medialis* dan *condilus lateralis* (Long, 2016).

a. *Otot Femur Anterior*

- *Rektus Femur* : Bagian Tengah didepan paha *anterior* merentang dari *pelvis* bagian bawah melewati persendian panggul dan *femur*, berfungsi untuk *ekstensi* tungkai lutut dan leksi paha di panggul.
- *Vastus Lateralis* : Otot terbesar dari keempat *vastus* lainnya, terletak disisi *lateral* paha merentang dari sisi *proximal* paha ke *superior tibia*, berfungsi untuk *ekstensi* tungkai pada lutut
- *Vastus Medialis*: Otot tebal yang terletak pada permukaan *medial* paha membentuk tonjolan yang besar pada sisi *inferior medial* paha, berfungsi untuk *ekstensi* tungkai pada lutut
- *Vastus intermedialis* :Terletak pada bagian *anterior femur* di antara *vastus lateralis* dan *vastus medialis* lebih dalam dari *rektus femur*, berfungsi untuk *ekstensi* tungkai paha lutut.
- *Sartorius* : Otot superfisial yang Panjang berbentuk pita yang berasal dari bagian atas sisi *lateral pelvis*, melewati paha secaramelintang, berfungsi untuk leksi tungkai pada paha
- *Gracilis* : Otot superfisial tipis yang Panjang pada paha bagian dalam terletak diantara sisi *medial* bawah *pelvis* dan sisi *medial* atas *tibia*, berfungsi untuk leksi dan rotasi tungkai bawah *medialis*.

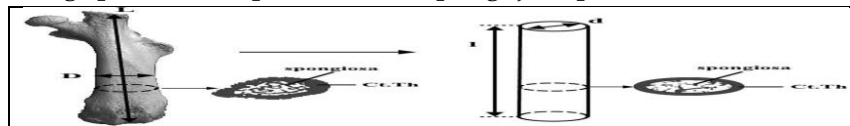
b. *Otot Femur Posterior*

- *Biceps Femur* : Otot berkepala dua yang melapisi sisi *posterior* dan *lateral* paha terletak di antara *pelvis inferior* dan *tibia superior*, berfungsi untuk leksi dan rotasi secara *lateral* tungkai pada lutut
- *Semitendinosus* : terletak pada bagian belakang diantara *pelvis* bagian bawah dan tungkai bagian atas *tibia*, berfungsi untuk leksi dan rotasi secara *medial* tungkai lutut, *ekstensi* pada panggul
- *Semimembranosus* : Otot dan tendon *membranosus* yang origonyaterletak lebih dalam dari *semitendinosus*, berfungsi untuk leksi dan rotasi secara *medial* tungkai paha lutut *ekstensi* paha pada panggul.

Phantom merupakan alat peraga untuk pengetahuan tentang anatomi tubuh yang digunakan oleh institusi pendidikan dalam menangani pasien dan alat uji peralatan. Fungsi *phantom* sebagai alat uji peralatan khususnya radiologi sebagai alat bantu dalam mengukur kelayakan alat radiologi tertentu (Sofyan, 2017).

Pembuatan *phantom* dilakukan berdasarkan gambaran objek humerus dengan menggunakan bahan dasar gypsum dapat memberikan gambaran humerus yang

mirip dengan tulang manusia. Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan phantom terdiri atas pembuatan gambar rancangan, pembuatan cetakan tulang, pembuatan phantom dan pengujian phantom.



Sumber: Ballinger, 1986

Gambar: Rancangan Pembuatan Phantom Femur

Langkah selanjutnya setelah bahan silicon tersebut mengeras kemudian dilepas dari bahan tulang untuk dijadikan cetakan pertama. Untuk cetakan kedua cara pencetakannya sama dengan cara pencetakan pertama tetapi pada sisi lain dari tulang tersebut, agar didapatkan dua buah cetakan bagian tulang, yaitu cetakan bagian atas dan cetakan bagian bawah. Kemudian dilakukan pembuatan cetakan tulang dari bahan gips, dengan cara menuangkan bubuk gips yang sudah dicampur dengan air dan diaduk sampai homogeny kedalam wadah tempat cetakan silicon. Setelah itu ditunggu sampai cetakan tersebut benar-benar mengeras agar siap untuk digunakan.



Sumber: Ballinger, 1986

Gambar: Cetakan Tulang

Langkah selanjutnya yaitu pembuatan phantom tulang. Bahan gips dicampur dengan air dan diaduk hingga homogen (Gypsum Association, 2007). Kemudian bahan gips yang sudah cair dimasukkan ke dalam masing-masing wadah. Kemudian bahan tulang dilapisi oleh silicon cair untuk membentuk cetakan tulang dan tunggu hingga mengering. Setelah bahan gips tersebut mengering, langkah selanjutnya adalah mengeluarkan bahan gips tersebut dari cetakan dan dirangkai menjadi sebuah tulang *femur*.



Sumber: Ballinger, 1986

Gambar: Rangkaian Tulang Femur dengan Pengeleman

Selanjutnya bahan gips yang sudah membentuk sebuah tulang dari proses pencetakan awal, dimasukkan kedalam pipa paralon untuk dilakukan pelapisan bahan yang akan digunakan sebagai bahan *soft tissue*. Kemudian bahan resin dan katalis dicampur dengan perbandingan 100 : 1 (Hewlett, 2003). Setelah kedua bahan tersebut dicampur, kemudian dituangkan kedalam cetakan pipa paralon yang sebelumnya dilapisi lilin was sebagai lapisan bawah dari pipa paralon. Langkah selanjutnya adalah mengeluarkan bahan akrilik yang sudah

mengering dari dalam pipa paralon.

Pada tahap pengujian ini terlebih dahulu dilakukan pembuatan radiograf antara foto *femur* manusia dengan foto *femur phantom*. Adapun prosedur pembuatan Radiograf yang dilakukan sebagai berikut *phantom* diletakkan diatas meja pemeriksaan, kaset dengan ukuran 30 x 40 cm diletakkan dibawah *phantom* dengan posisi *phantom antero posterior* (AP), FFD 100 cm dan faktor eksposi, dilakukan pencucian film yang sudah dieksposi, kemudian dilihat detail ketajaman, kontras, dan *soft tissue*. Pada Radiograf *femur* manusia ini digunakan faktor eksposi dengan kv 80 dan mAs 12 (Oberholzer, 2005).

Phantom juga mempunyai struktur tulang yang tertutup dengan gel lunak dalam kulit yang didukung dengan material keras (Sofyan, 2017).

Proteksi Radiasi

Proteksi radiasi merupakan kegiatan yang fokus pada manusia dan sikapnya (budaya) untuk mencegah terjadinya efek paparan radiasi saat manusia melakukan kegiatan dengan sumber radiasi atau bahan radioaktif, sementara keselamatan radiasi merupakan kegiatan untuk mengendalikan sumber radiasi dalam rangka memberikan perlindungan bagi makhluk hidup dan lingkungannya dari efek paparan radiasi (Hiswara, 2015).

Menurut Akhadi (2000), untuk mencapai tujuan proteksi radiasi, yaitu terciptanya keselamatan bagi pekerja, masyarakat dan lingkungan, maka proteksi radiasi di perkenalkan 3 prinsip proteksi radiasi meliputi justifikasi, limitasi, dan penerapan optimisasi keselamatan radiasi. Persyaratan proteksi radiasi tersebut pada tahap perencanaan, desain dan penggunaan fasilitas di instalasi untuk *radiodiganostik* dan intervensional yaitu:

a. Asas Justifikasi

Suatu pemanfaatan harus dapat dibenarkan jika menghasilkan keuntungan bagi satu atau banyak individu dan bagi masyarakat yang terpapar untuk mengimbangi kerusakan radiasi yang ditimbulkannya.

b. Asas Limitasi

NBD (Nilai Batas Dosis) merupakan dosis terbesar yang diizinkan yang dapat diterima oleh pekerja radiasi dan anggota masyarakat dalam jangka waktu tertentu tanpa menimbulkan efek (Hiswara, 2015).

Peraturan BAPETAN Nomor 15 Tahun 2014 Pasal 24:

- 1) Dosis Efektif sebesar 20 mSv per tahun rata-rata selama 5 tahun berturut-turut.
- 2) Dosis Efektif sebesar 50 mSv dalam satu tahun tertentu.
- 3) Dosis Ekuivalen untuk lensa mata sebesar 20 mSv per tahun rata-rata selama lima tahun berturut-turut dan 50 mSv dalam satu tahun tertentu.
- 4) Dosis Ekuivalen untuk tangan dan kaki, atau kulit sebesar 500 mSv dalam satu tahun.

Nilai batas dosis untuk masyarakat Pasal 25:

- Dosis ekuivalen untuk lensa mata 15 mSv dalam satu tahun.
- Dosis ekuivalen untuk kulit 50 mSv dalam satu tahun.
- Dosis efektif sebesar 1 mSv dalam satu tahun.

c. Asas Optimalisasi

Dalam kaitan dengan paparan dari suatu sumber tertentu dalam pemanfaatan, proteksi, dan keselamatan harus dioptimisasikan agar besar dosis individu, jumlah terpapar, dan kemungkinan terjadinya paparan ditekan serendah mungkin ALARA (*as low reasonably achievable*), dengan memperhitungkan bahwa dosis yang diterima memenuhi standar dosis (Hiswara, 2015).

Upaya kesehatan dan keselamatan kerja harus diselenggarakan untuk mewujudkan produktivitas yang optimal di semua tempat kerja, khususnya tempat yang mempunyai resiko bahaya kesehatan. Selain itu rumah sakit termasuk kedalam kriteria tempat kerja dengan kesehatan seperti potensi bahaya radiasi yang dapat menimbulkan dampak kesehatan seperti bahaya radiasi (Hiswara, 2015).

Perlengkapan proteksi radiasi wajib disediakan oleh pemegang izin dan digunakan oleh pekerja radiasi yang relevan, penggunaan perlengkapan proteksi radiasi dimaksudkan untuk memastikan agar nilai batas dosis bagi pekerja tidak terlampaui (Hiswara, 2015).

Menurut BAPETEN No. 8 tahun 2011 peralatan alat proteksi radiasi terdiri dari:

1) Baju Pelingdung Apron



Sumber: Hiswara, 2015

Gambar: Baju Pelindung Apron

Apron yang setara dengan 0,2 mm Pb, atau 0,25 mm Pb untuk penggunaan atau 0,55 mm Pb untuk pesawat sinar-x radiologi intervensional.

2) Pelindung Gonad



Sumber: Hiswara, 2015

Gambar: Pelindung Gonad

Pelindung gonad setara dengan 0,2 mm atau 0,25 mm Pb, penggunaan pesawat sinar-x radiologi diagnostik, dan 0,35 mm Pb, atau 0,5 mm Pb.

3) Sarung Tangan



Sumber: Hiswara, 2015

Gambar: Sarung Tangan

Sarung tangan proteksi yang digunakan untuk fluoroskopi harus memberikan kesetaraan atenuasi paling kurang 0,25 mm Pb, pada 150 KVp. Proteksi ini harus dapat melindungi secara keseluruhan, mencakup jari dan pergelangan tangan.

4) Kacamata Pb



Sumber: Hiswara, 2015

Gambar: Kacamata Pb

Kacamata yang terbuat dari bahan setara dengan 1 mm Pb.

5) Tabir



Sumber: Hiswara, 2015

Gambar: Tabir

Tabir yang digunakan harus dilapisi dengan bahan yang setara dengan 1 mm Pb. Ukuran tabir adalah tinggi 2 m dan lebar 1 m yang dilengkapi dengan kaca inti Pb setara dengan 1 mm Pb

Metode

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: 1) Bagaimana cara pembuatan *phantom Femur* dari gips sebagai pengganti tulang manusia yang digunakan sebagai alat praktikum bagi mahasiswa ATRO? dan 2) Apakah *phantom Femur* dari gips dapat digunakan sebagai pengganti gambaran / bayangan tulang manusia?. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan rancang bangun pembuatan *phantom femur* dari gips sebagai pengganti tulang manusia di Rumah Sakit Umum Cempaka Lima Banda Aceh. Jenis penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen atau percobaan.

Penelitian ini dilaksanakan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum Cempaka Lima Banda Aceh. Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Februari 2024.

Dalam penyusunan karya tulis ini, metode yang digunakan oleh penulis dalam pengumpulan data meliputi: 1) Eksperimen (Pembuatan) yaitu dengan cara melakukan pembuatan *phantom femur* dari gips secara langsung dan mencatat hal-hal yang penting dalam jalannya pembuatan tersebut dari pertama sampai akhir; 2) Studi Keperpustakaan, dilakukan dengan mengumpulkan data-data yang bersumber dari buku-buku, dan media teknologi informasi atau internet. Dalam hal ini, penulis menelusuri buku-buku, referensi dan literatur yang ada di perpustakaan ATRO Stikes Sihat Beurata, sehingga referensi yang didapat memberikan arah kepada peneliti; dan 3) Metode Interview, penulis juga menyiapkan kuesioner untuk melihat respon dari penggunaan atau citra radiograf *phantom Femur*. Jumlah responden yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah 5 orang, dengan 1 orang dr. radiologi dan 4 orang radiografer

Hasil dan pembahasan

Pembuatan *Phantom Femur* ini dibuat dengan menggunakan bahan – bahan yang mudah didapatkan dipasaran yaitu seperti bubuk gips, resin, katalis, dan plastisin. Langkah – langkah yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri atas pembuatan cetakan tulang, pembuatan *phantom*, dan pengujian *phantom*.

1. Persiapan Alat dan Bahan

a. Alat dan Bahan pembuatan phantom

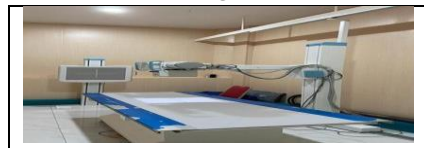
Tabel 1: Alat dan Bahan pembuatan phantom

No	Nama Alat dan Bahan	Gambar	Jumlah	Fungsi
1	Bubuk Gypsum		1 kg	Untuk membuat tulang
2	Resim		1 buah	Sebagai pengganti soft tissue
3	Katalis		2 buah	Sebagai pengganti tulang
4	Tulang phanthom		2 buah	Sebagai pengganti tulang
5	Plastisin		2 bungkus	Sebagai tempat pencetakan tulang
6	Baskom		1 buah	Sebagai wadah untuk mengaduk adonan gipsu
7	Tulang panjang		1 buah	Sebagai tempat cetakan tulang dan softtissue

b. Alat dan Bahan pengujian *phantom femur*

Sebelum melakukan pengujian *phantom Femur*, terlebih dahulu mempersiapkan peralatan yang digunakan sehingga pemeriksaan dapat dilakukan dengan cepat. Alat dan bahan yang digunakan untuk pemeriksaan *Phantom Femur* di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum Cempaka Lima Banda Aceh, adalah sebagai berikut :

1. Pesawat Rontgen



Merk : Dongmun
Tube REF : DM-5125
No. Seri : fx-2203-1213
Buatan : Made in Korea

Sumber: Radiologi Cempaka Lima, 2024

Gambar: Pesawat Rontgen

2. Tabung Rontgen



Merk : Dongmun
Tube REF : DM-LB50
No. Seri : fx-2203-1213
Buatan : Made in korea

Sumber: Radiologi Cempaka Lima, 2024

Gambar: Tube Rontgen

3. Meja Pemeriksaan

Meja pemeriksaan adalah untuk menempatkan pasien pada saat waktu dilakukan pemeriksaan radiografi. Pada pesawat yang besar, meja pemeriksaan dilengkapi dengan penggerak horizontal ke kiri atau kanan. Meja pemeriksaan dilengkapi dengan tempat kaset dan grid yang menyatu dengan konstruksi meja pemeriksaan.



Merk : Dongmun
Model : DM-5125
No. Seri : fx-2203-1213

Sumber: Radiologi Cempaka Lima, 2024

Gambar: Meja Pemeriksaan

4. Control Tabel

Control table adalah alat untuk mengatur tinggi rendahnya KV dan mAs yang akan digunakan saat pemeriksaan.



Merk : Dongmun
Buatan : Made in Korea

Sumber: Radiologi Cempaka Lima, 2024

Gambar: Control Tabel

5. Detector



Merk : Lg
No. Seri : 205KCXMKZ826
Buatan : Made in Korea

Sumber: Radiologi Cempaka Lima, 2024

Gambar: Detector

6. Printer



Merk : Agfa

Sumber: Radiologi Cempaka Lima, 2024

Gambar: Printer

7. Film



Film yang digunakan dalam pemeriksaan thorax adalah merk AGFA berukuran 30 × 40 cm.

Sumber: Radiologi Cempaka Lima, 2024

Gambar: Film

8. Apron



Sumber: Radiologi Cempaka Lima, 2024

Gambar: Apron

Penggunaan Apron tersebut diberikan kepada pasien untuk dipakai pada saat pasien melakukan pemeriksaan.

Proses pembuatan phantom

Dalam pelaksanaan penelitian ini terdiri atas pembuatan cetakan phantom dari plastisin, pembuatan tulang dari gipsum. Pada tahap pencetakan tulang langkah – langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Langkah pertama, adonan plastisin dari tulang phantom yang terbuat dari kayu, plastisin tersebut dibentuk sesuai dengan panjang dan lebar tulang yang akan dicetak, setelah itu letakkan tulang phantom yang terbuat dari kayu diatas plastisin kemudia tunggu sekitar 10 menit agar plastisin tersebut berbentuk menjadi cetakan tulang.



Sumber: Data Primer 2024

Gambar: Hasil Cetakan Tulang

- b. Langkah kedua, melarukan bubuk gipsum dengan air kedalam wadah atau baskom. Pada tahap ini peneliti mencampurkan 250 gram bubuk gipsum dan 500 air mineral. Kemudiandiaduk hingga keseluruhan tercampur merata dengan air.



Sumber: Data Primer 2024

Gambar: Larutan Gipsum

- c. Langkah selanjutnya, setelah bubuk gipsum tercampur merata, tuangkan kedalam cetakkan tulang yang terbuat dari plastisin, tunggu beberapa menit hingga adonan tersebut mengering.



Sumber: Data Primer 2024

Gambar: Proses Pencetakan Tulang Phanthom

- d. Langkah selanjutnya, setelah bubuk gipsium dalam cetakan tersebut mengering, lepaskan tulang dari dalam cetakan yang terbuat dari plastisin secara perlahan, agar nantinya tidak merusak struktur tulang.



Sumber: Data Primer 2024

Gambar: Pelepasan Tulang dari Cetakan

- e. Langkah selanjutnya, campurkan cairan resin dan katalis dengan perbandingan 2 : 1 lalu aduk secara merata selama kurang lebih 1 menit agar resin dan katalis tercampur secara merata.



Sumber: Data Primer 2024

Gambar: Campuran Katalis dan Resin

- f. Langkah terakhir, masukkan tulang *phantom* dari gips yang telah dicetak kedalam patung pajangan lalu tuangkan campuran resin dan katalis kedalamnya lalu tunggu sampai campuran tersebut benar-benar mengering.



Sumber: Data Primer 2024

Gambar: Phantom Femur

Proses pengujian phantom femur

Pada tahap pengujian ini penulis melakukan ekspose sebanyak 4 kali, dengan menggunakan tulang *phantom* yang terbuat dari gips dan tulang manusia yang digunakan sebagai perbandingan. Kaset yang digunakan berukuran 35 x 43 cm dan dibagi menjadi dua bagian dengan membatasi luas lapangan penyinaran yaitu satu bagian untuk AP dan satu bagian untuk lateral.

Pada pengujian pertama dilakukan pengujian dengan menggunakan tulang *phantom* yang terbuat dari gips, dan pengujian kedua dilakukan dengan menggunakan tulang manusia dengan menggunakan faktor ekspose yang sama

1. Pengujian *phantom femur* yang terbuat dari gips

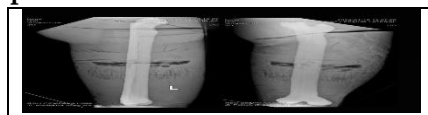
Pengujian ini menggunakan faktor eksposi sebagai berikut :



Kv	: 70
Ma	: 100
Sec	: 0,80

Sumber: Data Primer 2024

Gambar: Proses pengujian phantom



Sumber: Data Primer 2024

Gambar: *Phanthom Femur*

2. Pengujian tulang femur manusia

Pada proses pengujian ini, peneliti menggunakan faktor eskpose yang sama dengan pengujian phantom femur diatas, yaitu :



Kv : 70
Ma : 100
Sec : 0,80

Sumber: Data Primer 2024

Gambar: Proses pengujian *Femur* manusia



Gambar: Hasil pengujian *femur* manusia

Gambar: Hasil bacaan dokter radiolog

Sumber: Data Primer 2024

Pembahasan

Dari hasil eksperimen yang penulis lakukan bahwa dalam proses pembuatan phantom ada tiga tahap yaitu proses pembuatan cetakan, proses pembuatan tulang, dan terakhir tahapan pengujian

Adapun pada tahap pembuatan cetakan penulis tidak ada mengalami kendala, tetapi pada tahap pembuatan tulang penulis mengalami sedikit kendala yaitu pada pencampuran air dengan bubuk gipsium terlalu cair sehingga dilakukan pengulangan agar pencampuran bubuk gipsium dengan air sedikit mengental. Kemudian saat melepaskan tulang dari cetakan plastisin juga mengalami kendala yaitu tulangnya sedikit retak dikarenakan pada saat pengeringan kurang maksimal sehingga pada tahap ini dilakukan pengulangan sebanyak 2 kali dengan waktu pengeringan sehari semalam dengan suhu ruangan. Adapun pada tahap pengujian penulis melakukan ekspose dengan sekali pengambilan yang menggunakan kV 70 kV maka hasil yang didapat bagus, dan layak dengan menggunakan kV tersebut. Adapun eksperimen ini untuk mengetahui kemiripan dan kelayakan penggunaannya yang di nilai oleh responden.

Tabel 2: Distribusi tentang kemiripan *Phantom Femur* yang terbuat dari gipsium dengan tulang manusia

Jawaban	Frekuensi	Presentase (%)
Mirip	3	60 %
Tidak mirip	2	40 %
Total	5	100 %

Tabel 3: Distribusi Frekuensi Tentang Kelayakan Penggunaan *Phanthom Femur*

Jawaban	Frekuensi	Presentasi (%)
Layak	4	80%
Tidak Layak	1	20%
Total	5	100%

Dari Tabel 2, distribusi frekuensi tentang penampakan kemiripan phanthom femur dengan tulang manusia di atas didapati bahwa tingkat kemiripannya yang dinilai responden menyatakan sangat mirip dengan presentasi 60%.

Dari Tabel 3, distribusi frekuensi tentang kelayakan penggunaan phanthom humerus yang terbuat dari gipsium untuk bahan proses pembelajaran mahasiswa Atro dididapati bahwa tingkat kelayakannya yang dinilai oleh responden menyatakan sabgat layak digunakan untuk bahan pembelajaran praktikum mahasiswa Atro dengan presenyase 80%.

Dari hasil yang dinilai oleh responden didapati bahwa hasil citra radiograf dimana perbedaan antara tulang phantom yang terbuat dari gispum dengan tulang manusia tidak terlalu berbeda, dimana gambaran tulang phantom yang terbuat dari gipsium hampir sama dengan gambaran tulang manusia, sehingga tulang phantom yang terbuat dari gipsium ini bisa digunakan untuk bahan praktikum oleh mahasiswa dan alat pengganti objek yang akan dipelajari pada kegiatan pembelajaran teknik radiografi (TR).

Hasil penelitian yang pernah dilakukan oleh Sofyan (2017), menyatakan bahwa "Phantom genu dengan menggunakan bahan dasar gips dapat memberikan gambaran radiograf yang mirip dengan tulang genu manusia".

Kesimpulan

Kesimpulan dalam penelitian ini adalah

1. Radiograf yang dihasilkan dari tulang phantom gipsium degan tulang manusia menghasilkan gambaran yang tidak terlalu signifikan, sehingga tulang phantom gipsium dapat digunakan sebagai bahan praktikum atau bahan pembelajaran dalam mata kuliah teknik radiografi.
2. Kelayakan phantom femur dari gips sebagai pengganti citra tulang manusia dapat menghasilkan gambaran radiograf yang bagus.
3. Dan dari hasil penelitian yang telah penulis lakukan dan hasil responden menyatakan bahwa 60 % sangat mirip dengan tulang femur manusia dan 80 % menyatakan layak untuk digunakan sebagai bahan praktikum.

Daftar Pustaka

- Ballinger & Philip, W. 1986. *Merril Atlas Of Radiographic Position and Radiologic Procedure, Sixth Edition*. Columbus: CU Mosby Comp. BD chaurasia's, 2020. Human Anatomy

- Gypsum Association. 2007. *Application of Gypsum Wallboard on Ceilings to Receive Water Based Spray Texture Finishes*, GA-215-73, Chicago, IL: Gypsum Association.
- Hewlett, E.R. 2003. *Resin adhesion to enamel and dentin: A review*. Jof California Dental Association.
- Hiswara. 2015. *Buku Pintar Proteksi dan Keselamatan Radiasi di Rumah Sakit*. BATAN Press, Jakarta.
- Meredith, W. J. 1984. *Fundamental Physic of Radiology*, Jhon Wright and Sons Ltd, Bristol.
- Pearce EC. 2013. *Anatomi dan Fisiologi Untuk Paramedis, (33 th ed)*. PT Gramedia, Jakarta.
- Sofyan, M., Hidayati, A. O., & Mayani, A. N. 2017. *Pembuatan Phantom dari Gips sebagai Pengganti Tulang Manusia dan Bahan Akrilik sebagai Pengganti Soft Tissue*.
- Suyatno dan B. Sigit. 2012. *Prosiding, Analisis pembentukan sinar-X*.