



## Kelayakan Lead Apron sebagai Pelindung Paparan Radiasi Hambur

Surdiyah Asriningrum<sup>1</sup>, Ardiana<sup>2</sup>, Hayat Muljana<sup>3</sup>, Musrifah<sup>4</sup>, Firlianti Dewi Ariyanto<sup>5</sup>

<sup>1,5</sup>)Politeknik Al Islam Bandung, Indonesia

<sup>3</sup>)Rumah Sakit Al Ihsan Bandung, Indonesia

<sup>2,4</sup>)Rumah Sakit Al Islam Bandung, Indonesia

Corresponding Author : Surdiyah Asriningrum

e-mail : surdiyahningrum@gmail.com

### ABSTRACT

**Background:** Lead apron constitutes one of the radiation protection devices available in the Radiology Department which is normally used in diagnostic and intervention radiology examinations to reduce the scattered radiation originating from the patient. The purpose of this study is to determine the physical condition, care, and maintenance of the lead apron.

**Methods:** This research was quantitative research with survey methods at the Radiology Department of Al Islam Hospital Bandung and Al Islam Polytechnic Laboratory, Bandung.

**Results:** The results suggested that the lead apron test at the Radiology Department of Al Islam Hospital Bandung contained 1 apron that had a leak with the covering area of 6458.67 mm<sup>2</sup> and had to be rejected. The lead apron test at Al Islam Polytechnic Laboratory in Bandung contained 1 apron that had a leak with the covering area of 8750 mm<sup>2</sup> and it had to be rejected.

**Conclusions:** The lead apron at the Radiology Department of Al Islam Hospital Bandung and Al Islam Polytechnic Laboratory had one leak apron with the covering area of more than 670 mm<sup>2</sup> and had to be rejected. It is necessary to pay attention to the placement of the lead apron so that the lead apron is in good condition and can be used according to its function.

**Keywords:** Effectiveness; Lead Apron; Maintenance.

### Pendahuluan

*Lead apron* yang digunakan oleh pekerja radiasi harus sesuai standart untuk keselamatan pekerja sesuai dengan asas ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*) agar penyinaran radiasi diusahakan serendah-rendahnya terutama untuk pekerja radiasi (Cheon et al., 2018; Indrati et al., 2017). Dalam Perka BAPETEN No.4 tahun 2013 dan Perka BAPETEN No 4 tahun 2020, peralatan proteksi radiasi adalah *lead apron* yang digunakan untuk melindungi radiasi hambur harus memiliki ketebalan yang setara dengan 0,25 mm Pb (timah hitam) untuk Radiologi Diagnostik, dan 0,35 mm Pb, atau 0,5 mm Pb untuk Radiologi Intervensional. Tebal kesetaran Pb harus diberi tanda secara permanen dan jelas pada apron tersebut (PERKA BAPETEN, 2013, 2020).

Untuk menjaga kualitas dari *lead apron* maka perawatan dalam penggunaannya harus diperhatikan untuk menghindari kerusakan atau patahan internal (Abidin et al., 2017). Kesalahan yang sering terjadi dalam peletakan *lead apron* adalah meletakkan di atas punggung kursi,

menggantungkan secara vertikal dengan hanger, dan meletakkan dengan cara ditumpuk akan menyebabkan patahan internal dan mengalami kerusakan akibat gravitasi, ketika *lead apron* tidak digunakan sebaiknya diletakkan dengan posisi horisontal dan tidak ditumpuk (Kartikasari et al., 2015; Mayerni et al., 2013).

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan No.1250/MENKES/SK/XII/2009 tentang Pedoman Kendali Mutu (*Quality Control*) peralatan Radiodiagnostik menjelaskan bahwa kualitas dan keselamatan pelayanan radiodiagnostik merupakan faktor terpenting karena dapat menimbulkan bahaya terhadap petugas, pasien, dan lingkungan sekitarnya apabila tidak dikelola dengan benar.

Standar pengujiannya menurut (Livingstone & Varghese, 2018) adalah 12-18 bulan sekali atau bila diperlukan. Uji *lead apron* dapat dilakukan dengan menggunakan fluoroskopi atau radiografi konvensional dengan merentangkan lead apron di atas meja pemeriksaan. Untuk melihat adanya patahan, robekan, lubang dan lipatan pada *lead apron*. *Lead apron* dikatakan tidak layak jika kerusakan lebih dari 15mm<sup>2</sup> pada daerah

vital dan kerusakan lebih dari 670 mm<sup>2</sup> pada daerah non vital (Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency, 2015).

Berdasarkan masalah tersebut, peneliti ingin melakukan analisis terhadap apron yang berada pada RS Al Islam Bandung dan di Politeknik Al Islam Bandung untuk memastikan berfungsi dengan baik dan dapat digunakan oleh petugas saat melakukan pemeriksaan radiologi dengan aman.

## Metode

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan metode survey. Lokasi pengambilan data di RS Al Islam Bandung dan Politeknik Al Islam Bandung, waktu pengambilan data November s/d Desember 2021. Metode pengumpulan data dilakukan dengan melakukan observasi, pengukuran dan dokumentasi.

Jumlah *lead apron* di RS Al Islam Bandung yang dijadikan sample adalah *lead apron* yang berada di ruang radiologi yang berjumlah 5 buah *lead apron* dan *lead apron* di laboratorium politeknik Al Islam berjumlah 4 buah.

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan skrining pada seluruh permukaan *lead apron*, kemudian dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. *Lead apron* dengan ketebalan setara 0,35mm Pb diletakkan di atas meja pemeriksaan.
2. Untuk melihat profile *lead apron* pada bagian depan *lead apron* dilakukan dengan meletakkan *lead apron* bagian depan yang akan diukur dan dibentangkan di atas meja pemeriksaan.
3. Pengujian *lead apron* dilakukan dengan radiografi konvensional dengan cara membagi dua bagian apron yaitu bagian atas dan bagian bawah dengan menggunakan kaset 35x35 cm.
4. Penggunaan faktor eksposi diatur secara manual untuk pengaturan faktor eksposi digunakan kv 75, mA: 200 dan s : 0,05
5. Penggunaan FFD 90 cm.
6. Ulangi langkah-langkah selanjutnya pada uji apron selanjutnya.
7. Kemudian dilakukan proses gambar dan dilakukan pengukuran.
8. Pengukuran pada daerah yang bocor dilakukan dengan mengalikan panjang dengan lebar daerah yang bocor.
9. Hasil observasi dan dokumentasi yang diperoleh dicatat dan di sajikan dalam bentuk tabel.

10. *Lead apron* dikatakan tidak layak jika kerusakan lebih dari 15mm<sup>2</sup> pada daerah vital dan kerusakan lebih dari 670 mm<sup>2</sup> pada daerah non vital dan perisai tiroid dengan cacat lebih besar 11 mm<sup>2</sup>, maka harus di ganti.

## Hasil dan Pembahasan

Perawatan *lead apron* sangat penting, agar *lead apron* tersebut tidak mengalami kerusakan, misalnya dengan menjatuhkannya di lantai, meletakkannya tidak pada rak *lead apron*. Karena semua tindakan ini dapat menyebabkan patahan internal *lead apron* (Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency, 2015).

*Lead apron* harus mendapat perawatan secara teratur. Tujuan dilakukannya pengujian *lead apron* adalah untuk menjamin bahwa peralatan proteksi radiasi memberikan perlindungan optimal ketika alat tersebut akan digunakan.

### Hasil Uji Lead Apron di RS Al Islam



**Gambar 1.** Tempat penyimpanan Lead Apron

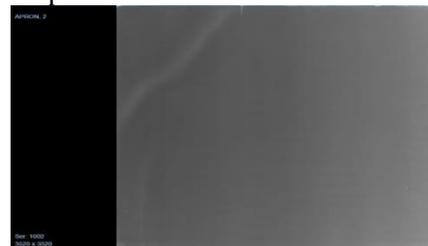
Adapun hasil uji lead apron di RS Al Islam sebagai berikut :

1. Apron 1



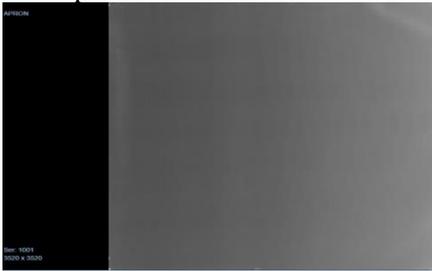
**Gambar 2.** Hasil uji *lead apron* 1

2. Apron 2



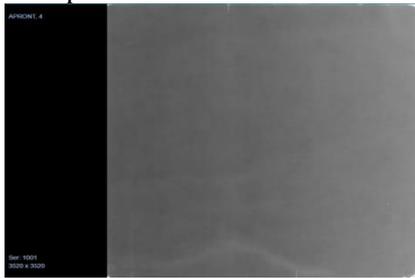
**Gambar 3.** Hasil uji *lead apron* 2

3. Lead apron 3



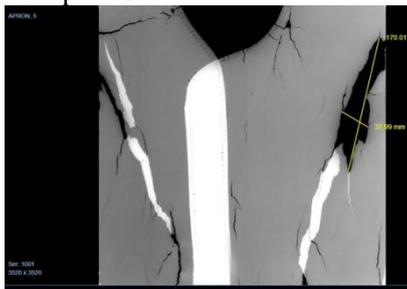
Gambar 4. Hasil uji lead apron 3

4. Lead apron 4



Gambar 5. Hasil uji lead apron 4

5. Lead apron 5



Gambar 6. Hasil uji lead apron 5

Berikut dijelaskan tabel kondisi lead apron di RS Al Islam Bandung.

Tabel 1. Keadaan lead apron di RS Al Islam Bandung

No. lead apron	Kondisi fisik	Ket	Luas mm <sup>2</sup>	Daerah bocor
1	Ada lipatan	Aman	-	-
2	Ada lipatan	Aman	-	-
3	Baik	Aman	-	-
4	Baik	Aman	-	-
5	Ada patahan	Bocor dan di reject	6458,67	Atas/ lokasi non vital

Perawatan lead apron di RS Al Islam dengan meletakkan lead apron di rak khusus dengan posisi apron terlentang.

**Hasil Uji Lead Apron di Laboratorium Politeknik Al Islam Bandung**

Penyimpanan lead apron di laboratorium Politeknik Al Islam Bandung belum memiliki rak penyimpanan khusus sehingga setelah selesai

penggunaan, lead apron diletakkan belum tepat sesuai pada gambar 7.



Gambar 7. Penyimpanan lead apron

Untuk mendapatkan hasil nilai dari lead apron di lakukan pengukuran dengan radiograf sebagai berikut :

1. Lead Apron 1



Gambar 8. Hasil uji lead apron 1

2. Lead Apron 2



Gambar 9. Hasil uji lead apron 2

3. Lead Apron 3



Gambar 10. Hasil uji lead apron 3

#### 4. Lead Apron 4



Gambar 11. Hasil uji lead apron 4

Berikut dijelaskan tabel kondisi *lead apron* di Politeknik Al Islam Bandung.

**Tabel 2.** Keadaan *lead apron* di Laboratorium Politeknik Al Islam Bandung

No. <i>lead apron</i>	Kondisi fisik	Ket	Luas mm <sup>2</sup>	Daerah bocor
1	Baik	Aman	-	-
2	Ada patahan	Bocor dan di rejek	8750	Atas/ lokasi non vital
3	Baik	Baik	-	-
4	Ada lipatan	Bocor, masih aman	75	Atas/ lokasi non vital
5	Baik	Aman	-	-
6	Baik	Aman	-	-

Faktor keselamatan merupakan hal yang terpenting dalam bekerja menggunakan sinar-X supaya meminimalisir risiko akibat dampak radiasi yang ditimbulkan. Penerapan aspek manajemen keselamatan radiasi dimana keselamatan radiasi merupakan tindakan yang dilakukan untuk melindungi pasien, pekerja, dan anggota masyarakat dari bahaya radiasi. Risiko bahaya yang mungkin terjadi pada pekerja radiasi yaitu efek deterministik dan efek stokastik. Dalam (ICRP, 2011) pengaruh sinar-X dapat menyebabkan kerusakan haemopoetik (kelainan darah) seperti: anemia, leukimia, dan leukopeni yaitu menurunnya jumlah leukosit (dibawah normal atau <6.000 m<sup>3</sup>). Pada manusia dewasa, leukosit dapat dijumpai sekitar 7.000 sel per mikroliter darah (Cheon et al., 2018; Mayerni et al., 2013). Selain itu, efek deterministik yang dapat ditimbulkan pada organ reproduksi atau gonad adalah sterilitas atau kemandulan serta menyebabkan menopause dini.

Dengan melakukan pengujian lead apron secara rutin dan perawatan yang maksimal sehingga mengurangi kerusakan dengan meletakkan pada rak tempat *lead apron* dan di letakkan horisontal (Kartikasari et al., 2015; Livingstone et al., 2018).

Di RS Al Islam Bandung, penggunaan *lead apron* oleh radiografer juga dipergunakan oleh

perawat dan keluarga pasien pada saat pemeriksaan radiologi konvensional atau radiologi intervensi untuk membantu jalannya pemeriksaan.

Dari 5 buah *lead apron* yang terdapat di radiologi RS Al Islam Bandung terdapat 1 *lead apron* yang mengalami kebocoran seluas 6458,67 mm<sup>2</sup> pada daerah non vital. Berdasarkan (ICRP, 2011) kerusakan apron tidak boleh melebihi 15 mm<sup>2</sup> pada daerah vital dan kerusakan lebih dari 670 mm<sup>2</sup> pada daerah non vital, maka apron tersebut harus *direject*. Hasil analisis peneliti bahwa apron yang mengalami kebocoran, terasa keras dan kaku sehingga *lead apron* tersebut mudah mengalami patahan dan setelah selesai penggunaan peletakan apron masih tidak baik.

Hasil Uji *lead apron* di laboratorium Politeknik Al Islam Bandung terdiri dari 4 buah *lead apron*. Terdapat 1 buah *lead apron* yang mengalami kebocoran seluas 8750 mm<sup>2</sup> pada daerah non vital dan 1 buah *lead apron* yang mengalami kebocoran seluas 75 mm<sup>2</sup>. Berdasarkan ICRP tersebut makan *lead apron* nomor 2 harus di *reject* karena kebocoran lebih dari 670 mm<sup>2</sup> pada daerah non vital.

*Lead apron* dipergunakan oleh mahasiswa dan dosen pembimbing praktikum sebagai pelindung dan pendukung bagi pembelajaran di laboratorium. Berdasarkan hasil survey bahwa perawatan *lead apron* masih belum baik karena setelah selesai penggunaan praktik, mahasiswa meletakkan apron dengan tidak tepat.

#### Simpulan

Uji *lead apron* di Instalasi Radiologi RS Al Islam Bandung terdapat 1 buah apron yang mengalami kebocoran 6458,67 mm<sup>2</sup> pada daerah non vital dan pada Laboratorium Politeknik Al Islam Bandung terdapat 1 buah apron yang mengalami kebocoran 8750 mm<sup>2</sup> pada daerah non vital yang artinya lebih dari 670 mm<sup>2</sup> dan harus *direject*.

#### Daftar Pustaka

- Abidin, Z., Alkrytania, D., & Indrajati, I. N. (2017). ANALISIS BAHAN APRON SINTETIS DENGAN FILLER TIMBAL (II) OKSIDA SESUAI SNI UNTUK PPOTEKSI RADIASI SINAR-X. *Jurnal Forum Nuklir*, 9(1), 38. <https://doi.org/10.17146/jfn.2015.9.1.3562>
- Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency. (2015). *Aprons for protection against X-rays*. <https://www.arpsa.gov.au/Understanding-Radiation/Radiation-Sources/More->

- Radiation-Sources/Aprons-Protection-against-x-Rays.
- Cheon, B. K., Kim, C. L., Kim, K. R., Kang, M. H., Lim, J. A., Woo, N. S., Rhee, K. Y., Kim, H. K., & Kim, J. H. (2018). Radiation safety: a focus on lead aprons and thyroid shields in interventional pain management. *The Korean Journal of Pain*, 31(4), 244–252. <https://doi.org/10.3344/kjp.2018.31.4.244>
- ICRP. (2011). *Radiological protection in fluoroscopically guided procedures performed outside the imaging department*.
- Indrati, R., Masrochah, S., Susanto, E., Kartikasari, Y., Wibowo, A. S., Darmini, Abimanyu, B., Rasyid, & Murniati, E. (2017). *Proteksi Radiasi Bidang Radiodiagnostik dan Intervensional*. Inti Medika Pustaka.
- Kartikasari, Y., Darmini, & Rochmayanti, D. (2015). EVALUASI KECUKUPAN TEBAL LEAD APRON GUNA MENDUKUNG JAMINAN KESELAMATAN RADIASI PADA UNIT PELAYANAN RADIOLOGI RUMAH SAKIT. *Link*, 11(2), 995–1002.
- Livingstone, R. S., & Varghese, A. (2018). A simple quality control tool for assessing integrity of lead equivalent aprons. *Indian Journal of Radiology and Imaging*, 28(02), 258–262. [https://doi.org/10.4103/ijri.IJRI\\_374\\_17](https://doi.org/10.4103/ijri.IJRI_374_17)
- Livingstone, R. S., Varghese, A., & Keshava, S. N. (2018). A Study on the Use of Radiation-Protective Apron among Interventionists in Radiology. *Journal of Clinical Imaging Science*, 8, 34. [https://doi.org/10.4103/jcis.JCIS\\_34\\_18](https://doi.org/10.4103/jcis.JCIS_34_18)
- Mayerni, Ahmad, A., & Abidin, Z. (2013). DAMPAK RADIASI TERHADAP KESEHATAN PEKERJA RADIASI DI RSUD ARIFIN ACHMAD, RS SANTA MARIA DAN RS AWAL BROS PEKANBARU. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 7(1), 114–127.
- PERKA BAPETEN. (2013). *PROTEKSI DAN KESELAMATAN RADIASI DALAM PEMANFAATAN TENAGA NUKLIR*.
- PERKA BAPETEN. (2020). *KESELAMATAN RADIASI PADA PENGGUNAAN PESAWAT SINAR-X DALAM RADIOLOGI DIAGNOSTIK DAN INTERVENSIONAL*



## MSCT Thoracolumbal Kontras pada Suspek Metastasis Tulang Belakang: Studi Kasus di Rumah Sakit Hermina Pandanaran Semarang

Margarita Puspitawati<sup>1</sup>, Dwi Rochmayanti<sup>2</sup>, Yeti Kartikasari<sup>3</sup>, Nanang Sulaksono<sup>4</sup>, Sudiyono<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Rumah Sakit Hermina Pandanaran Semarang, Indonesia

<sup>2,3,4,5</sup>Poltekkes Kemenkes Semarang, Indonesia

Corresponding author : Margarita Puspitawati

e-mail : margaritapuspitawati@gmail.com

### ABSTRACT

**Background:** MSCT is a routine imaging modality for detecting bone metastases. The use of 1.25 mm slice thickness reconstruction on Thoracolumbar MSCT examination at Hermina Pandanaran Hospital is different from preliminary studies. This study aims to determine MSCT Thoracolumbar contrast with 1.25 mm slice thickness and 3D reconstruction to produce information on anatomical images in suspected cases of spinal metastases.

**Methods:** This research was qualitative with a case study approach. The respondents were 3 radiographers, 2 radiologists, and 1 referring doctor. Data collection by observation, interviews, and document studies. Processing and data analysis used open coding and analysis to obtain conclusions.

**Results:** The examination procedure was carried out by preparing the patient to fast for 6 hours before the examination, checking the results of ureum creatinine, filling out the informed consent and doing a skin test. Contrast media as much as 1.1-1.2 ml/kg per patient's body weight plus saline half of the amount of contrast, flow rate 2.5-3 mL/s, scan delay 25 s. DFOV 25-35cm, ASIR 40%. Reconstruction of slice thickness 1.25 mm to get more detailed results so that it could produce informative images that evaluated the spine and soft tissue. MPR and 3D reconstruction so that the image looked real bone and could be viewed 360°.

**Conclusions:** The resulting slice thickness of 1.25mm and 3D reconstruction produced anatomical image information that could visualize bone to see destructive lytic lesions due to metastases, and visualize soft tissue such as paravertebral masses or discs.

**Keywords :** CT; Thoracolumbar spine; slice thickness; 3D reconstruction.

### Pendahuluan

Metastasis adalah kondisi penyebaran sel-sel kanker dari tempat primernya ke daerah lain pada tubuh. Tulang adalah salah satu tempat paling umum terjadinya metastasis selain hepar dan paru-paru. Tulang belakang adalah tempat paling umum terjadinya metastasis tulang. Metastasis tulang belakang sebesar 5-10% dari semua pasien kanker selama perjalanan penyakit (Ueno dkk, 2018). Diagnosis dini metastasis tulang belakang penting untuk menentukan terapi yang tepat bagi pasien untuk meningkatkan kualitas hidup pasien, dengan mengubah terapi dari kuratif menjadi paliatif (Ueno dkk, 2018). Beberapa modalitas pemeriksaan digunakan untuk deteksi dini metastasis tulang belakang, antara lain MRI dan MSCT. Namun lamanya pemeriksaan MRI dibandingkan MSCT membuat pasien dengan

penyakit metastasis tulang belakang kesakitan untuk tidur telentang dalam waktu lama. Posisi terlentang dapat meningkatkan tekanan dan nyeri pada pasien metastasis kompresi medula spinalis (Lee SH dkk., 2015). MSCT masih merupakan metode pilihan untuk mendeteksi kelainan tulang pada tulang belakang. MSCT juga lebih unggul dari MRI untuk mendeteksi kalsifikasi neoplasias dan penyakit lainnya (Hosten dan Liebig 2011). Lebih singkatnya waktu yang dibutuhkan pasien untuk tidur terlentang membuat MSCT menjadi salah satu alternatif pilihan untuk pemeriksaan metastasis tulang belakang (Yuyun Yueniwati, 2014).

MSCT adalah modalitas pencitraan rutin untuk mensurvei banyak jenis kanker, menunjukkan detail tulang sehingga memungkinkan mendeteksi metastasis tulang.

Lebih dari 90% dari metastasis tulang belakang terjadi pada ekstradural. Biasanya berupa kerusakan tulang, multipel lesi dan meningkat setelah pemberian kontras intravena. Kanker primer yang paling umum bermetastasis ke tulang belakang yaitu limfoma (biasanya karena penyebaran sistemik), karsinoma bronkial, karsinoma payudara, karsinoma prostat, neoplasma saluran cerna, melanoma. Pada penggunaan media kontras terdapat perbedaan nilai HU (*Hounsfield*) yang lebih tinggi pada tulang belakang dibandingkan tanpa kontras media (Sollmann dkk., 2021).

Menurut Hosten dan Liebig (2011) pemeriksaan MSCT Thoracolumbal dengan kontras menggunakan kontras media sebanyak 1-1,25 ml/kg per berat badan pasien dan menggunakan *flow rate* 0,7 – 4 ml/detik. Parameter yang digunakan yaitu *slice thickness* 3mm. Pada proses recon post processing menggunakan *Multiplanar Reconstruction* (MPR) untuk membuat potongan axial, coronal dan sagital. Kriteria citra MSCT Thoracolumbal menurut Hosten dan Liebig (2011) yaitu ada tidaknya penyempitan kanal tulang belakang, lesi tulang, abnormalitas kepadatan tulang dan struktur trabekular, defek pada lengkung vertebra (*spondylolysis*), penyebab potensial lain dari kompresi akar saraf, kelenjar getah bening *retroperitoneal*, aneurisma aorta.

Menurut Romans (2018) pemeriksaan MSCT Thoracal dan Lumbal menggunakan kontras media sebanyak 100 mL dengan *flow rate* 1,5 ml/detik, tanpa waktu delay, *slice thickness* 2,5 mm, DFOV 14-16 cm. Proses recon post processing menggunakan *slice thickness* 2,5 mm pada thoracal dan 2 mm pada lumbal dengan *algorithm bone*. Kriteria citra MSCT Thoracolumbal menurut Romans (2011) yaitu tampak visualisasi struktur seperti diskus intervertebralis, ligamen, dan otot, serta detail tulang belakang.

Pemeriksaan MSCT Thoracolumbal kontras pada suspek metastasis di RS Hermina Pandanaran merupakan salah satu pemeriksaan yang jarang dengan kasus metastasis dengan beragam asal kanker primernya antara lain karsinoma payudara, karsinoma tiroid, karsinoma getah bening. Pemeriksaan MSCT Thoracolumbal kontras menggunakan media kontras non ionik sebanyak 1,1-1,2 ml/kg per berat badan pasien ditambah saline, *flow rate* 2,5-3 ml/detik, waktu delay 25 detik, menggunakan *slice thickness* 5 mm dengan rekonstruksi *slice thickness* 1,25 mm. DFOV 25-35 cm untuk melihat kemungkinan metastasis organ lain di sekitar tulang belakang. Post processing menggunakan *Multiplanar Reconstruction* (MPR)

untuk membuat potongan axial, coronal, sagital dan penambahan rekonstruksi 3D.

Penulis melihat adanya beberapa perbedaan antara Hosten dan Liebig (2011), Romans (2018) dengan pemeriksaan MSCT Thoracolumbal dengan kontras di RS Hermina Pandanaran yaitu terkait pemilihan rekonstruksi *slice thickness*. Penulis juga melihat teori mengenai pemeriksaan MSCT Thoracolumbal kontras sangat minim, sehingga penulis tertarik untuk mengetahui lebih mendalam mengenai penelitian ini.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pemeriksaan MSCT Thoracolumbal kontras dengan rekonstruksi *slice thickness* 1,25mm dan 3D, informasi citra anatomi yang dihasilkan dengan kasus suspek metastasis tulang belakang di Rumah Sakit Hermina Pandanaran.

## Metode

Jenis penelitian ini adalah penelitian kualitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus, waktu penelitian dilakukan pada bulan Februari sampai Juni 2022 dan mengambil lokasi di Instalasi Radiologi RS Hermina Pandanaran Semarang. Responden penelitian ini yaitu 3 orang radiografer, 2 orang dokter spesialis radiologi, dan 1 orang dokter penanggung jawab pelayanan. Metode pengumpulan data berupa observasi, wawancara dan studi dokumen. Pengolahan dan analisis data menggunakan koding terbuka, kemudian dianalisis untuk memperoleh kesimpulan.

## Hasil dan Pembahasan

Pemeriksaan MSCT Thoracolumbal kontras suspek metastasis tulang belakang bertujuan untuk mendiagnosa adanya metastasis pada tulang belakang untuk melihat kerusakan *corpus* dan organ sekitarnya di diskusnya ada masa atau memang ada masa yang berhubungan dengan tulangnya, juga bisa di tulangnya itu juga ada litik destruksi di tulangnya yang berhubungan dengan diskus sehingga kita bisa evaluasi lebih lanjut seperti gambaran masa di diskusnya.

### Persiapan Pasien

Persiapan pasien pada pemeriksaan MSCT Thoracolumbal kontras suspek metastasis tulang belakang di RS Hermina Pandanaran yaitu pasien datang ke bagian radiologi dengan membawa surat pengantar dengan melampirkan hasil laboratorium dalam batas normal yaitu ureum 17-39 mg/dl dan kreatinin 0,6 – 1,2 mg/dl. Kemudian psien puasa makan selama 6 jam sebelum pemeriksaan.

Sebelum melanjutkan pemeriksaan, maka petugas terlebih dahulu memberikan penjelasan mengenai media kontras yang akan dimasukkan ke dalam tubuh pasien, beserta resiko dan efek sampingnya. Setelah pasien mendapatkan penjelasan mengenai pemeriksaan yang akan dilakukan, kemudian pasien diarahkan untuk mengisi *inform consent*. Sebelum pemeriksaan dimulai pasien juga menjalani skin tes untuk memastikan bahwa pasien tidak alergi terhadap media kontras yang akan disuntikan pada pemeriksaan MSCT Thoracolumbal kontras.

Menurut Yuyun Yueniwati (2014), pasien harus berpuasa antara 4-6 jam sebelum pemeriksaan. Sebelum pemeriksaan pasien telah melakukan cek laboratorium ureum dan kreatinin. Batas kreatinin bervariasi antar institusi, menurut Rawson dan Pelletier (2013).

Menurut pendapat peneliti persiapan pasien pada pemeriksaan MSCT Thoracolumbal kontras suspek metastasis tulang belakang di RS Hermina Pandanaran sudah sesuai dengan teori yaitu pasien harus berpuasa antara 4-6 jam sebelum pemeriksaan (Yuyun Yueniwati, 2014) dan dilakukan pemeriksaan laboratorium ureum kreatinin (Rawson and Pelletier, 2013). Saat pasien mendaftar perlu diberikan penjelasan mengenai pemeriksaan yang akan dijalani sekaligus menandatangani lembar *inform consent*. Kedua hal tersebut penting dilakukan untuk memastikan pasien paham akan apa yang harus dipersiapkan dan bagaimana jalannya pemeriksaan. Persiapan pemeriksaan puasa 6 jam bertujuan mencegah terjadinya aspirasi jika pasien ternyata mengalami muntah karena alergi media kontras. Hasil laboratorium ureum dan kreatinin diperlukan sebelum pemeriksaan dimulai untuk memastikan bahwa fungsi ginjal baik untuk dilakukan pemeriksaan dengan media kontras. Sebelum pemeriksaan dilakukan skin test untuk mengecek apakah pasien ada alergi terhadap media kontras. Pasien melepaskan benda benda yang dapat menimbulkan artefak agar tidak menimbulkan artefak pada citra yang dihasilkan.

#### **Persiapan Alat dan Bahan**

Persiapan alat dan bahan yang digunakan untuk pemeriksaan MSCT Thoracolumbal kontras suspek metastasis tulang belakang di RS Hermina Pandanaran adalah sebagai berikut : pesawat MSCT GE Revolution ACTs 16 slice, *Control Consul* DICOM 3.0, Injektor otomatis Seacrown Zenith C20 *Single Head* 200ml, monitor injector, printer, Oksigen, standar infus, selimut, baju pasien, alat fiksasi, film MSCT, NaCl, *Abboath* no 22-20, spuit 3 cc, *Three way, handschoen*, kapas

alcohol, media kontras non ionik konsentrasi 350 mg/mL sebanyak 1,1 – 1,2 ml/kg per berat badan pasien, *emergency kit*.

Menurut Hosten dan Liebig (2011) pemeriksaan MSCT Thoracolumbal dengan kontras menggunakan kontras media sebanyak 1-1,25 ml/kg per berat badan pasien dan menurut Romans (2018) menggunakan kontras sebanyak 100 ml. Menurut peneliti dengan kontras sebanyak 55ml pada pasien pertama, 75 ml pada pasien kedua dan 70 ml pada pasien ketiga dapat dengan baik untuk melihat metastasis baik tulang maupun organ sekitarnya karena dengan jumlah tersebut sudah mampu membedakan metastasis dengan jaringan normal seperti yang telah disampaikan responden dalam wawancara.

#### **Teknik pemeriksaan**

Teknik pemeriksaan MSCT Thoracolumbal kontras pada suspek metastasis tulang belakang di RS Hermina Pandanaran sebagai berikut :

Posisi pasien yaitu petugas memposisikan pasien tidur terlentang di atas meja pemeriksaan dengan posisi kepala dekat dengan *gantry*, *Mid Sagital Plane* (MSP) tepat dan sejajar dengan lampu indikator longitudinal. Untuk menghindari pergerakan badan pasien difiksasi dengan sabuk khusus yang tersedia pada pesawat MSCT. Kedua tangan lurus diangkat disamping kepala dan difiksasi dengan *strap* khusus yang menempel pada meja pemeriksaan, kedua kaki diatur lurus. Agar tidak kedinginan dan untuk kenyamanan petugas memberi pasien selimut.

Menurut (Romans, 2018), posisi pasien supine di atas meja pemeriksaan dengan posisi kepala dekat dengan *gantry* (*head first*) kedua lengan lurus disamping kepala. Pengaturan area scanning yaitu batas atas di atas T1 dan batas bawah S1. Menurut peneliti posisi pasien pada pemeriksaan MSCT Thoracolumbal kontras pada suspek metastasis tulang belakang di RS Hermina Pandanaran sudah sesuai dengan teori yang disampaikan menurut Romans (2018).

Pemeriksaan MSCT Thoracolumbal kontras di RS Hermina Pandanaran menggunakan protokol Thoracolumbal kontras, dimana dilakukan scanning pre kontras dan scanning post kontras.

Pemeriksaan MSCT Thoracolumbal kontras pada suspek metastasis tulang belakang di RS Hermina Pandanaran menggunakan kontras media sebanyak 1,1-1,2 ml/kg per berat badan pasien ditambah saline sebanyak setengah dari jumlah kontras NaCl ½ dari jumlah kontras, dengan *flow rate* 2,5-3 ml/detik, *delay scan* 25

detik menggunakan mesin injektor, sedangkan teori (Hosten and Liebig, 2011) menggunakan kontras media sebanyak 1-1,25 ml/kg per berat badan pasien dan menurut Romans (2018) menggunakan kontras sebanyak 100 ml. Menurut peneliti dengan kontras sebanyak 1,1-1,2 ml/kg per berat badan pasien ditambah saline pada suspek metastasis tulang belakang sudah cukup baik untuk melihat metastasis baik tulang maupun organ sekitarnya karena dengan jumlah tersebut sudah mampu membedakan metastasis dengan jaringan normal.

Menurut Ma dkk (2012) kualitas *enhancement* media kontras ditemukan sebanding antara *single syringe injector* (media kontras dicampur saline) dan *dual single syringe injector* (kontras dan saline dipisah). Penggunaan saline (NaCl) selain untuk membilas (*flushing*) media kontras juga untuk memanfaatkan media kontras yang masih ada di tabung injector (atau di conector) dan media kontras yang masih ada di vena peripheral (di lengan atau tangan) untuk dapat di distribusikan ke sistem pusat peredaran darah (Hariadi et al., 2016).

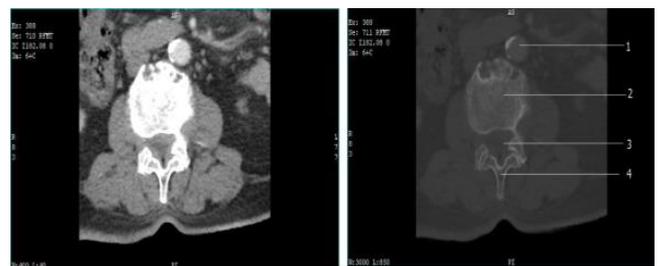
Pada pemeriksaan MSCT Thoracolumbal kontras pada suspek metastasis tulang belakang di RS Hermina Pandanaran menggunakan *flow rate* 2,5-3 mL/detik, sedangkan teori menurut Romans (2018) menggunakan *flow rate* 1,5 mL/detik, menurut Hosten and Liebig (2011) menggunakan *flowrate* 0,7-4 mL/detik. Menurut peneliti penggunaan *flow rate* 2,5-3 mL/detik RS Hermina Pandanaran itu dapat memperlihatkan *enhancement* kontras yang diperlukan untuk memperlihatkan ada tidaknya metastase seperti yang disampaikan oleh responden saat wawancara. Namun pengaturan *flowrate* perlu disesuaikan dengan pemakaian *abbocath* yang dipakai pasien terutama pada pasien post kemoterapi karena pengaturan *flow rate* dipengaruhi oleh besar/kecilnya pembuluh darah pasien.

Pemeriksaan MSCT Thoracolumbal kontras pada suspek metastasis tulang belakang di RS Hermina Pandanaran menggunakan DFOV 25-35 cm. Menurut teori (Romans, 2018) untuk pemeriksaan MSCT vertebrae thoracolumbal menggunakan DFOV 11-14 cm, sedangkan untuk pemeriksaan MSCT Abdomen menggunakan DFOV 38cm. Sehingga DFOV yang digunakan pada pemeriksaan MSCT Thoracolumbal di RS Hermina Pandanaran diantara DFOV vertebrae thoracolumbal dan DFOV Abdomen menurut Romans (2018).

Peneliti setuju dengan penggunaan DFOV 25-35 cm sesuai rentang DFOV pada pemeriksaan

MSCT Thoracolumbal dan MSCT Abdomen menurut Romans (2018). DFOV khusus pasien, diatur sekecil mungkin sambil masih termasuk perut dan panggul secara keseluruhan (DeMaio, 2018) sehingga pada suspek metastasis tulang belakang selain untuk melihat tulangnya juga untuk melihat organ yang lain di sekitarnya misalnya ada metastasis pada hepar limpa atau mungkin ada limfadenopati di daerah sekitarnya sesuai yang disampaikan dalam wawancara oleh kedua responden radiolog. Namun penggunaan DFOV yang lebih besar berpengaruh pada kenaikan dosis radiasi yang diterima pasien yaitu pada penggunaan FOV large diperoleh Size-Spesifik Doses Estimate (SSDE) yang semakin besar (Sirait, 2017).

Dalam upaya mengurangi dosis radiasi digunakan kV dan mA yang lebih rendah. Walaupun menggunakan kV dan mA rendah untuk mempertahankan kualitas citra sehingga memberikan informasi diagnostik yang optimal digunakan penambahan ASIR. Informasi citra anatomi tertinggi pada pemeriksaan MSCT Abdomen dihasilkan pada penerapan ASIR 40% yaitu memiliki kualitas citra yang paling optimal yaitu resolusi spasial organ atau batas tegas antar organ yang jelas (Biyono, 2017). Nilai ASIR optimal untuk studi MSCT neuroradiologi pada cervical dan lumbal menurut (Komlosi dkk., 2014) adalah 40%.



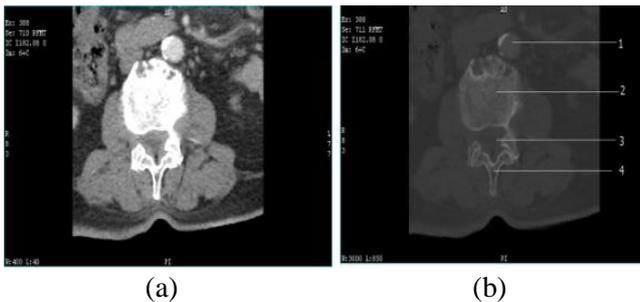
Keterangan :

1. Aorta Abdominalis
2. Body vertebrae lumbal
3. Foramen vertebrae
4. Prosesus spinalis

**Gambar 1.** Hasil citra pasien 3 MSCT Thoracolumbal kontras potongan axial pre kontras bone slice ke 220

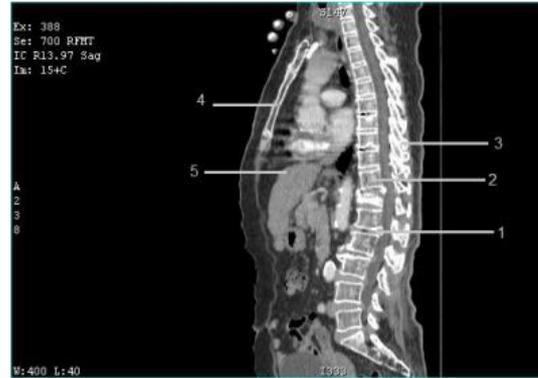
**Tabel 1.** Parameter scanning pada MSCT Thoracolumbal kontras di RS Hermina Pandanaran Semarang.

	Pasien 1	Pasien 2	Pasien 3
<b>Protokol</b>	<b>MSCT Thoracolumbal kontras</b>		
<i>Scan type</i>	<i>Helical</i>		
<i>Scan range</i>	<i>Cranio caudad thoraco</i>		
Berat badan	46,6 kg	66,4 kg	61,8 kg
Volume media kontras	55 ml	75 ml	70 ml
Saline	27,5 ml	37,5 ml	35 ml
Flowrate	2,5 mL/detik	3 mL/detik	2,5 mL/detik
Delay scan	25 detik	25 detik	25 detik
Kv	120	120	120
mA	160	160	160
DFOV	31,5 cm	35 cm	33,4 cm
ASIR	40%	40%	40%
<i>Slices thickness</i>	5 mm rekonstruksi 1,25 mm		
<i>Window setting</i>	Standar: 400WW/ 40WL Bone : 3000 WW/850 L		
<i>Post processing</i>	MPR axial,coronal,sagital, 3D		



- Keterangan :
1. Aorta Abdominalis
  2. Body vertebrae lumbal
  3. Foramen vertebralis
  4. Prosesus spinalis

**Gambar 2.** Hasil citra pasien 3 MSCT Thoracolumbal kontras potongan axial post kontras pada kondisi standar (a) dan bone (b)



- Keterangan :
1. Diskus intervertebralis
  2. Vertebral body
  3. Prosesus spinalis
  4. Sternum
  5. Hepar

**Gambar 3.** Hasil citra pasien 3 MSCTThoracolumbal kontras potongan sagital post kontras slice ke 15 kondisi standar

### Rekonstruksi citra

Setelah seluruh proses scanning selesai, dilanjutkan dengan proses rekonstruksi yaitu dengan cara memilih potongan yang paling tipis (1,25 mm) sebagai data mentah yang akan direkonstruksi nantinya menjadi axial, sagital dan koronal sesuai dengan ketebalan yang diinginkan yaitu 3-5 mm. Pada ketiga pemeriksaan yang digunakan sebagai sampel pada penelitian ini digunakan *slice thickness* 3 mm pada potongan axial, 5 mm pada potongan sagital dan coronal. Kegiatan rekonstruksi ini dilakukan pada menu reformat.

Cara awal yaitu dengan mensejajarkan dan mensimetriskan gambaran Thoracolumbal tersebut untuk menghasilkan potongan sagital digunakan potongan koronal atau axial sebagai patokan, potongan dimulai dari sisi kanan hingga sisi kiri Thoracolumbal pasien sesuai dengan area yang penting dan informasi yang dibutuhkan. Untuk membuat potongan koronal maka petugas mengambil dari jendela sagital atau axial, dengan arah potongan dari anterior hingga posterior Thoracolumbal pasien atau sesuai dengan kelainan yang dibutuhkan.

Alasan digunakannya rekonstruksi *slice thickness* 1,25mm dan rekonstruksi 3D pada pemeriksaan MSCT Thoracolumbal kontras dengan suspek metastasis tulang belakang di RS Hermina Pandanaran agar memperoleh hasil yang lebih detail.

Menurut teori (Romans, 2018) menggunakan *slice thickness* 3mm dengan *post processing* MPR coronal dan sagital, sedangkan menurut Hosten and Liebig (2011) menggunakan rekonstruksi *slicethickness* 2,5mm dengan *post*

*processing MPR* axial, coronal dan sagital. Menurut Nugroho (2019) slice thickness yang paling optimal memberikan informasi anatomi pada pemeriksaan MSCT Cervical adalah slice thickness 1 mm. Menurut Tins (2010) pada MSCT *spine* penggunaan rekonstruksi dengan ketebalan 1 mm dan reformat gambar dengan ketebalan 3 mm di ketiga bidang, menghasilkan kualitas gambar yang jauh lebih baik di bidang sagital dan koronal. Saat reformat gambar dalam ketebalan 1 mm, resolusi spasial meningkat paling baik dilihat pada gambar koronal dalam artikulasi oksipitoatlantal namun citra yang dihasilkan lebih noise daripada setelah reformat dengan ketebalan 3 mm.

Pada pemeriksaan MSCT Thoracolumbal suspek metastase tulang belakang di RS Hermina Pandanaran menggunakan *slice thickness* 5mm yang direkonstruksi menjadi 1,25mm bertujuan agar hasil yang diperoleh lebih detail, sehingga tidak hanya tulang yang jelas terlihat, namun juga organ lain disekitar tulang vertebrae seperti *soft tissue*, limfadenopati untuk melihat kemungkinan metastasis. Adapun *slice thickness* yang digunakan pada proses reformat gambar yaitu 3-5 mm. Penggunaan rekonstruksi *slice thickness* 1,25mm juga bertujuan menghasilkan rekonstruksi 3D yang lebih halus.



**Gambar 4.** Hasil citra 3D vertebrae Thoracolumbal pasien 3.

Tujuan rekonstruksi 3D pada tulang vertebrae Thoracolumbal agar dapat dilihat lebih riil dan bisa dilihat dari berbagai sisi. Penggunaan *slice thickness* yang lebih tipis meningkatkan *spatial resolution* (Seeram, 2016). *Spatial resolution* menggambarkan kemampuan sistem untuk mendefinisikan benda-benda kecil dengan jelas (Romans, 2018).



**Gambar 5.** Rekonstruksi 3D pasien 1.

Peneliti setuju dengan penggunaan *slice thickness* 5mm yang direkonstruksi menjadi 1,25mm namun mengusulkan agar pada proses reformat gambar menggunakan *slice thickness* 3mm sesuai dengan teori menurut Tins (2010) agar menghasilkan kualitas gambar yang baik di ketiga bidang yaitu axial, sagital dan coronal.

#### **Hasil informasi citra anatomi pada rekonstruksi *slice thickness* 1,25 mm dan 3D**

Hasil Citra pemeriksaan MSCT Thoracolumbal kontras dari ketiga pasien tersebut diperoleh hasil :

- Pasien 1 diperoleh hasil bahwa tidak tampak gambaran metastasis pada tulang yang tampak. Namun pada pemeriksaan post kontras ditemukan kelainan pada organ sekitarnya yaitu tampak multiple limfadenopati pada paraaorta, parailiaka kanan kiri dan inguinal kanan kiri (ukuran terbesar +/- 2.11x 1.09 cm). Selain itu tampak lesi solid inhomogen dengan kalsifikasi bentuk lobulated batas tak tegas tepi sebagian ireguler (ukuran +/- AP 3.97 CC 4.54 LL 2.84 cm) pada *lower abdomen* aspek laterosinistra uterus yang menempel dan sulit dipisahkan dengan struktur uterus, cenderung gambaran myoma uteri.
- Pasien 2 diperoleh hasil bahwa tampak penyempitan diskus intervertebralis L5-S1 disertai sklerotik *endplate* superior S1 dan *endplate* inferior L5. Skoliosis vertebra lumbalis dengan konveksitas ke kiri. Spondilosis thoracolumbalis. Pada pemeriksaan post kontras tidak tampak lesi

litik destruksi intravertebrala maupun paravertebrala.

- c) Pasien 3 diperoleh hasil bahwa ada gambaran metastasis terutama pada post kontras tampak *enhancement* patologis. Gambaran sklerotik dan litik disertai kompresi bentuk *wedging* pada struktur *corpus V*. Th 12, gambaran lesi sklerotik pada aspek posterior *corpus V*. Th 11, gambaran litik minimal pada *corpus V*. L 1. Gambaran spondylosis lumbalis. Gambaran *schmol node* pada *end plate inferior corpus V*. Th 8 dan *end plate superior corpus V*. Th 9. Tak tampak kelainan pada hepar, abdomen dan tak tampak limfadenopati.

Berdasarkan hasil wawancara langsung, pemeriksaan MSCT Thoracolumbal kontras pada suspek metastasis tulang belakang di Rumah Sakit Hermina Pandanaran Semarang dengan penggunaan rekonstruksi *slice thickness* 1,25 mm dan 3D menghasilkan informasi citra anatomi yang baik dan dapat untuk menegakkan diagnosa yaitu selain dapat menunjukkan citra tulang vertebrae thoracolumbal juga dapat memperlihatkan citra organ *soft tissue* disekitarnya.

Menurut Hofer (2011) evaluasi primer citra MSCT pada vertebrae yaitu dapat menampilkan kontur halus tulang kortikal dan trabekula, deskripsi lokasi (kortikal, subkondral, *juxta-artikular*, metafisis, diafisis, epifisis, intra dan extraspinal), morfologi tipikal (kemungkinan diagnosa), fraktur (tahap-deformitas korteks, kerusakan korteks, garis fraktur), risiko degeneratif sekunder osteoarthritis (keterlibatan artikular), patologis sumsum tulang infiltrasi (hipodensitas fokal dari spongiosa dengan tidak adanya trabekula). Menurut Hofer (2011), pada beberapa kasus tidak semua lesi tulang berasal dari dalam tulang. Tumor maligna dari jaringan paravertebral juga dapat menginvasi tulang vertebrae.

Peneliti setuju bahwa pada pemeriksaan MSCT Thoracolumbal Kontras Pada Suspek Metastasis Tulang Belakang di Rumah Sakit Hermina Pandanaran Semarang menghasilkan informasi citra anatomi yang baik dan dapat untuk menegakkan diagnosa sesuai dengan hasil wawancara dari kedua radiolog, bahwa dapat memvisualisasikan tulang untuk melihat apakah ada lesi litik destruksi akibat metastasis, memvisualisasi *soft tissue* seperti massa di paravertebral atau diskus, sehingga bisa membantu untuk mendiagnosis apakah ada metastasis baik pada tulang maupun organ sekitarnya.

## Simpulan

Penggunaan rekonstruksi *slice thickness* 1,25 mm dan rekonstruksi 3D pada pemeriksaan MSCT Thoracolumbal kontras suspek metastasis di Rumah Sakit Hermina Pandanaran untuk mendapatkan hasil yang lebih detail dan gambaran 3D yang lebih halus sehingga informasi citra anatomi yang dihasilkan dapat membantu untuk mendiagnosis metastasis baik pada tulang maupun organ sekitarnya. Rekonstruksi 3D memvisualisasikan tulang untuk melihat lesi litik destruksi akibat metastasis, memvisualisasi *soft tissue* seperti massa di paravertebral atau diskus.

Penelitian selanjutnya dapat mengkaji rekonstruksi pada pemeriksaan MSCT Thoracolumbal kontras dengan beberapa variasi nilai *slice thickness* pada kasus metastase dan kasus-kasus lainnya.

## Daftar Pustaka

- Biyono, A. (2017). *Analisa Perbedaan Variasi Persentase Nilai Asir Terhadap Noise Dan Informasi Citra Anatomi Pada Penggunaan Modalitas Ct Scan General Electric Optima 660 : (Studi Eksperimen Pada Pencitraan Ct-Scan Abdomen)*. [http://repository.poltekkes-smg.ac.id/index.php?p=show\\_detail&id=14149&keywords=](http://repository.poltekkes-smg.ac.id/index.php?p=show_detail&id=14149&keywords=)
- DeMaio, D. N. (2018). *Mosby's Exam Review for Computed Tomography*. Elsevier, 624.
- Hariadi, D., Indrato, T. B., & Kholiq, M. T. A. (2016). *Injeksi Cairan Kontras Dan Cairan Nacl (Saline) Dengan Dual Syringe. Seminar Tugas Akhir*, 1–10.
- Hofer, M. (2011). *CT Teaching Manual: A Systematic Approach to CT Reading* (4th ed.). Thieme Medical.
- Hosten, N., & Liebig, T. (2011). *CT of the Head and Spine* (1st Kindle). Thieme Medical.
- Komlosi, P., Zhang, Y., Leiva-Salinas, C., Ornan, D., Patrie, J. T., Xin, W., Grady, D., & Wintermark, M. (2014). Adaptive statistical iterative reconstruction reduces patient radiation dose in neuroradiology CT studies. *Neuroradiology*, 56(3), 187–193. <https://doi.org/10.1007/s00234-013-1313-z>
- Lee SH, G. R. K. C., Kilbride L Lee SH, Grant R, Kennedy C, & Kilbride L. (2015). *Positioning And Spinal Bracing for Pain Relief in Metastatic Spinal Cord Compression in Adults (Review) Positioning and Spinal Bracing for Pain Relief in*

- Metastatic Spinal Cord Compression in Adults* (Review). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007609.pub3>
- Ma, X., Singh, A., Fay, J., Boland, G., & Sahani, D. V. (2012). Comparison of Dual-Syringe and Syringeless Power Injectors in Outpatient MDCT Practice: Impact on the Operator's Performance, CT Workflow, and Operation Cost. *Journal of the American College of Radiology*, 9(8), 578–582. <https://doi.org/10.1016/J.JACR.2012.04.007>
- Nugroho, R. A. (2019). *Pengaruh Variasi Slice Thicknessterhadap Informasi Anatomi Potongan Axialpada Pemeriksaan Msc Cervicalpada Kasus Trauma*. [http://repository.poltekkes-smg.ac.id/index.php?p=show\\_detail&id=19846&keywords=](http://repository.poltekkes-smg.ac.id/index.php?p=show_detail&id=19846&keywords=)
- Rawson, J. V., & Pelletier, A. L. (2013a). When to order contrast-enhanced CT. *American Family Physician*, 88(5), 312–316.
- Rawson, J. V., & Pelletier, A. L. (2013b). When to Order Contrast-Enhanced CT. *American Academy of Family Physicians.*, 88(5), 312–316. [www.aafp.org/afp](http://www.aafp.org/afp)
- Romans, L. E. (2011). *Computed tomography for technologists: a comprehensive text*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Romans, L. E. (2018). Computed tomography for technologists: A comprehensive text, second edition. In *Computed Tomography for Technologists: A Comprehensive Text* (pp. 1–440).
- Seeram, E. (2016). *Computed Tomography: Physical Principles, Clinical Applications, And Quality Control*. In *American Speech* (4th ed.). Elsevier Inc.
- Sirait, P. (2017). *Pengaruh Field of View (FOV) dan Slice Thickness*. <http://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/3217>
- Sollmann, N., Rayudu, N. M., Yeung, L. Y., Sekuboyina, A., Burian, E., Dieckmeyer, M., Löffler, M. T., Schwaiger, B. J., Gersing, A. S., Kirschke, J. S., Baum, T., & Subburaj, K. (2021). MDCT-Based Finite Element Analyses: Are Measurements at The Lumbar Spine Associated With The Biomechanical Strength of Functional Spinal Units of Incidental Osteoporotic Fractures Along The Thoracolumbar Spine? *Diagnostics*, 11(3), 1–12. <https://doi.org/10.3390/diagnostics11030455>
- Tins, B. (2010). *Technical aspects of CT imaging of the spine*. <https://doi.org/10.1007/s13244-010-0047-2>
- Ueno, M., Aoki, T., Murakami, S., Kim, H., Terasawa, T., Fujisaki, A., Hayashida, Y., & Korogi, Y. (2018). CT Temporal Subtraction Method for Detection of Sclerotic Bone Metastasis in The Thoracolumbar Spine. *European Journal of Radiology*, 107(May), 54–59. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2018.07.017>
- Yuyun Yueniwati. (2014). *Prosedur Pemeriksaan Radiologi, Untuk Mendeteksi Kelainan dan Cedera Tulang Belakang* (1st ed.). Universitas Brawijaya Press.



## Prosedur Pemeriksaan MRI Lumbal pada Kasus Efusi Pleura Suspek Tuberkulosis

Fani Susanto<sup>1</sup>, Arga Pratama Rahardian<sup>2</sup>, Hernastiti Sedy Utami<sup>3</sup>, Widya Mufida<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup>*Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Indonesia*

<sup>4</sup>*Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta, Indonesia*

Corresponding author : Fani Susanto

e-mail : fanisusanto@ump.ac.id

### ABSTRACT

**Background:** Clinical vertebral tuberculosis (TB) occurs outside the lungs affecting the spine. It generally infects the spine in the lower thoracic and upper lumbar spine. MRI examination is performed on clinical vertebral TB patients to determine the degree of stress and changes in bone elements in the early stages of the disease. This study aims to analyze the lumbar MRI examination procedure in cases of suspected TB pleural effusion.

**Methods:** This research was qualitative with a case study approach. Data collection was carried out at the Radiology Unit of Premier Bintaro Hospital with the methods of observation, interviews, and documentation. Data processing and analysis were carried out descriptively.

**Results:** Lumbar MRI examination with suspected TB pleural effusion at the Radiology Unit of Premier Bintaro Hospital was not specially prepared, the patient was examined first through the patient checklist to avoid metal materials entering the examination room. Examination using the Non-Contrast Lumbar MRI protocol included of sagittal and coronal T2, sagittal T1, sagittal Short Tau Inverse Recovery (STIR), Myelography, Axial T2, and Axial T1. The results of the examination provided sufficient diagnostic information to indicate a vertebral TB lesion.

**Conclusions:** The procedure for examining lumbar MRI in TB cases with suspected pleural effusion at the Radiology Unit of Premier Bintaro Hospital did not require special preparation, the examination protocol used was to provide TB clinical diagnostic information, the addition of Gadolinium contrast media could be an alternative choice.

**Keywords:** Lumbar; MR Lumbar; Tuberculosis Spine.

### Pendahuluan

Saat ini pemeriksaan magnetic resonance imaging (MRI) merupakan pemeriksaan rutin di rumah sakit besar. Pada prinsipnya hampir seluruh organ tubuh dapat diperiksa dengan MRI. Pemeriksaan MRI 90% dilakukan pada organ kepala dan vertebra sedangkan sisanya 10 % untuk pemeriksaan organ yang lain (Rasad, 2011). Pada pemeriksaan MRI vertebra, kasus klinis yang sering terjadi adalah salah satunya tuberkulosis tulang belakang atau penyakit Pott.

TBC atau tuberkulosis (TB) tulang belakang merupakan tuberkulosis yang terjadi di luar paru-paru, dimana menjangkiti tulang belakang. Penyakit ini umumnya menginfeksi tulang belakang pada area thoraks (dada belakang) bagian bawah dan vertebra lumbalis (pinggang belakang) atas. Penyebabnya disebabkan oleh bakteri yang bernama mycobacterium tuberculosis. Bakteri ini

menyebarkan melalui percikan air liur penderita tuberkulosis yang bersin atau batuk. Diagnosis TB vertebra dapat dilakukan pemeriksaan medis salah satunya dengan MRI. Pemeriksaan radiologi khususnya MRI dilakukan pada pasien dengan klinis TB vertebra dilakukan untuk mengetahui tingkat penekanan dan perubahan elemen tulang pada stadium awal penyakit (Ansari, et all 2013; Bajwa, 2009; Shashikumar, et all, 2015). Pemeriksaan MRI lumbal sering digunakan dalam mendignosa klinis tersebut (Neseth, 2000).

Protokol pemeriksaan pada pemeriksaan MRI lumbal dengan kasus TB yaitu non kontras pada pembobotan T1 dan T2 serta sekuens STIR dalam potongan axial, sagital dan koronal. Protokol tersebut dilakukan agar mendapatkan informasi diagnostik TB vertebra lebih optimal (Westbrook et all, 2011; Westbrook, 2014).

Pada peneliian ini membahas mengenai lebih dalam mengenai prosedur pemeriksaan MRI lumbal

kasus efusi pleura TB yang dilakukan di Unit Radiologi Rumah Sakit Premier Bintaro, dimana pesawat MRI yang digunakan adalah Philips Achieva 1,5 Tesla. Pemeriksaan MRI brain pada kasus kasus efusi pleura TB dilakukan dengan menggunakan protokol pemeriksaan MRI lumbal rutin yaitu pembobotan T2 sagital dan koronal, T1 sagital, Short Tau Inversion Recovery (STIR) sagital, Myelografi, T2 Axial dan T1 Axial.

## Metode

Jenis penelitian ini adalah penelitian kualitatif dengan pendekatan studi kasus (Notoatmodjo, 2002). Pengambilan data dilakukan di Unit Radiologi Rumah Sakit Premier Bintaro dengan pesawat MRI Philips berkekuatan 1,5 Tesla. Populasi pada pasien MRI lumbal sedangkan sampel pada citra MRI lumbal kasus efusi pleura suspek TB dari 3 pasien.

Pasien di lakukan dengan menggunakan prosedur protokol pemeriksaa MRI lumbal, yang mana protokol pemeriksaannya adalah sebagai berikut :

**Tabel 1.** Protokol Pemeriksaan MRI Lumbal

Parameter	T2 TSE	T2 TSE	T1 SE	STIR	MYELO	T2 TSE	T1 SE
Slice	Coronal	Sagital	Sagital	Sagital	-	Axial	Axial
TR	2500	2500	471	3000	8000	4834	631
TE	100	100	10	105	1000	115	11
T1	-	-	-	160	-	-	-
FA	90	90	90	90	90	90	90
FOV	301x301	301x301	301x301	298x298	250x250	204x204	204x204
Image	15	15	15	15	6	40	40
WW	503	692	622	353	639	341	605
WC	218	289	295	147	253	114	232

Pengambilan data dilakukan dengan observasi tidak terstruktur, wawancara serta dokumentasi berkaitan dengan pemeriksaan MRI lumbal kasus efusi pleura suspek TB. Pengolahan dan analisis data dilakukan secara deskriptif terkait hasil observasi, wawancara serta dokumentasi sehingga kemudian dapat diambil kesimpulan dan saran.

## Hasil dan Pembahasan

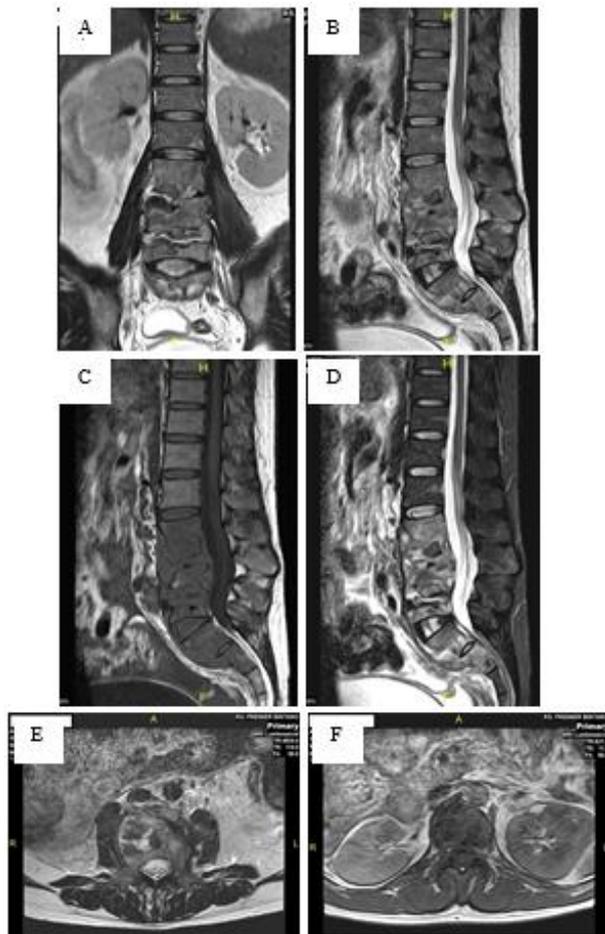
Pasien (Mr. F/45 Tahun) datang ke Unit Radiologi dengan kondisi kesakitan di area pinggang. Keadaan pasien lemas. Pasien baru pertama kali dilakukan pemeriksaan MRI. Setelah itu dokter menyarankan untuk segera dilakukan MRI untuk melihat kelainan pada tulang belakang. Persiapan pasien dilakukan dengan melengkapi checklist. Checklist berisi antara lain apakah pasien

claustrophobia, apakah pasien pernah dipasang implant sehubungan dengan operasi jantung atau pembuluh darah ataupun operasi orthopedic dan jenis lainnya, apakah pasien menggunakan gigi palsu dan apakah pasien ada riwayat alergi dan lain-lain serta pasien diminta untuk ganti baju pasien dan meninggalkan semua barang yang dibawa (Westbrook, 2014).

Di Unit Radiologi Premier Bintaro, pemeriksaan MRI lumbal kasus efusi pleura suspek TB tidak memerlukan persiapan khusus. Pertama yang dilakukan adalah inform consent, kemudian dilakukan screening yang berisi checklist seperti riwayat tindakan operasi yang pernah dilakukan, fobia terhadap ruang sempit (claustrophobia), logam yang tetanam seperti plat tulang dan pacemaker, menggunakan gigi palsu dan sebagainya. Kemudian keluarga pasien diminta untuk menanggalkan semua benda yang berbahan logam yang dapat mengganggu jalannya pemeriksaan serta menimbulkan artefak pada citra MRI karena kondisi pasien yang tidak memungkinkan. Kemudian dilakukan pengecekan logam kembali sebelum memasuki ruang pemeriksaan MRI ditubuh pasien dengan menggunakan alat pendeteksi logam. Persiapan pasien pada pemeriksaan MRI lumbal pada kasus efusi pleura yang dilakukan sudah tepat sesuai referensi yang dianjurkan.

Pemeriksaan MRI lumbal menggunakan spine coil, alat immobilisasi dan tali pengikat untuk mengurangi pergerakan pasien serta penutup telinga (earplug) untuk mengurangi suara bising dari pesawat MRI (Bajwa, 2009; Shashikumar, et all, 2015; Westbrook, 2014). Di Unit Radiologi premier Bintaro, pemeriksaan MRI Brain hanya menggunakan SENSE Spine coil serta alat immobilisasi untuk mengurangi pergerakan. Penggunaan alat immobilisasi diperlukan untuk mengurangi pergerakan kepala pasien serta untuk meminimalisir pergerakan perlu ditambahkan tali pengikat tubuh pasien (Body strap) (Westbrook, 2014).

Pemeriksaan MRI lumbal dilakukan dengan pasien diposisikan supine di atas meja pemeriksaan dengan posisi badan berada dalam spine coil, posisi kepala disesuaikan sehingga garis interpupillary paralel dengan meja pemeriksaan, kemudian diposisikan arah sinar longitudinal pada midline dan arah sinar yang horizontal melewati pertengahan crista iliaca, tali pengikat digunakan untuk mencegah pergerakan (Westbrook, 2014).



**Gambar 1.** Citra pembobotan (A) T2 sagital dan (B) T2 koronal, (C) T1 sagital, (D) Short Tau Inversion Recovery (STIR) sagital, (E) T2 Axial dan (F) citra T1 Axial

Di Unit Radiologi Premier Bintaro, pemeriksaan dilakukan dengan posisi pasien tidur supine di atas meja pemeriksaan dengan posisi kepala pasien berada di atas SENSE Spine coil serta dekat dengan gantry, posisi kaki lurus serta kedua tangan ditekuk berada di atas kepala. Setelah itu, pasien diberikan earplug untuk mengurangi suara bising dari pesawat MRI. Kemudian pasien berikan selimut agar tidak kedinginan selama pemeriksaan berlangsung.

Menurut Ansari dkk (2013), pemeriksaan MRI lumbal dengan kasus TB yaitu non kontras pada pembobotan T1 dan T2 serta sekuens STIR dalam potongan axial, sagital dan koronal serta penambahan kontras Gadolinium dilanjut T1 post kontras. Pemeriksaan MRI lumbal kasus efusi pleura suspek TB di Unit Radiologi Premier Bintaro dilakukan dengan menggunakan MRI lumbal rutin yaitu pembobotan T2 sagital dan koronal, T1 sagital, Short Tau Inversion Recovery (STIR) sagital,

Myelografi, T2 Axial dan T1 Axial tanpa adanya penambahan media kontras (dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2).



**Gambar 2.** Citra Myelografi MRI lumbal kasus efusi pleura suspek TB

Protokol pemeriksaan tersebut memberikan informasi diagnostik dalam pendagnosis TB vertebra pasien. Pada citra T1 lesi vertebra tampak hipointens sedangkan pada citra T2 tampak hiperintens, disamping itu edema sumsum juga akan tampak hiperintens pada citra T2 dan STIR. Protokol pemeriksaan yang digunakan tersebut sudah dapat menampilkan site of involvement, paravertebral pembengkakan jaringan lunak, jumlah vertebra yang terlibat, sudut kifosis, ukuran kanal vertebral, tingkat kompresi serta keparahan lesi vertebra yang ada. Akan tetapi penambahan media kontras akan meningkatkan informasi diagnosa.

Pasien dengan klinis TB pada pemeriksaan MRI, penambahan media kontras akan memberikan nilai diagnostik yang lebih informatif. Penggunaan media kontras gadolinium ditujukan untuk menambah detail lesi yang ada. Vertebral body endplate involvements muncul secara heterogen meningkatkan ketidakteraturan pada sekuns post kontras. Selain itu penambahan kontras gadolinium memperlihatkan peningkatan heterogen dari lesi vertebra serta intervertebralis disc involvement pada citra T1 post kontras. Jaringan granulasi tampak secara heterogen meningkatkan jaringan lunak pada citra T1 post kontras. Jaringan granulasi dan abses epidural dapat menyebabkan penyempitan kantung thecal atau kompresi sumsum tulang belakang yang menyebabkan komplikasi neurologis.

## **Simpulan**

Pemeriksaan MRI lumbal kasus efusi pleura di unit Radiologi Premier Bintaro tidak memerlukan persiapan khusus, hanya saja tetap memperhatikan *MRI safety* dalam menghindari bahan logam masuk ke dalam ruang pemeriksaan MRI, protokol yang digunakan yaitu MRI lumbal Non Kontras meliputi pembobotan T2 sagital dan koronal, T1 sagital, Short Tau Inversion Recovery (STIR) sagital, Myelografi, T2 Axial dan T1 Axial.

Protokol pemeriksaan yang digunakan sudah cukup dalam menampilkan lesi yang ada, akan tetapi penambahan media kontras gadolinium dapat menjadi alternatif untuk menghasilkan citra khususnya MRI lumbal kasus TB yang lebih informatif.

## **Daftar Pustaka**

Rasad, Sjahriar. Radiologi Diagnostik, Edisi Kedua, Gaya Baru, Balai Penerbit FKUI : Jakarta. 2011

- Ansari et all. MR Evaluation of Spinal Tuberculosis, Al Ameen Charitable fund Trust, angalore. 2013
- Bajwa. Evaluation of The Role MRI in Spinal Tuberculosis : A Study of 60 cases, Pakistan Journal Medical Sciences. 2009
- Neseth, R. Procedures and Documentation for CT and MRI, Medical Publishing Division, Kansas : McGraw-Hill. 2000
- Notoatmodjo, S. Metodologi Penelitian Kesehatan. Jakarta : PT. Rineka Cipta. 2002
- Shashikumar, et all. Role of MRI in the Evaluation of Spinal Tuberculosis, International Journal of research in Medical Sciences. 2015
- Westbrook C, Carolyne ,K Roth dan Talbot, J, MRI in Practice, Fourth Edition. Blackwell Science Ltd., United Kingdom. 2011
- Westbrook, Catherine. Handbook of MRI Technique, Fourth Edition, Blackwell Science Ltd., United Kingdom. 2014



## Optimasi Pengaturan pH Developer untuk Meningkatkan Efisiensi Waktu dalam Processing Film di Ruang Gelap Radiologi

Leny Anggraeni<sup>1</sup>, Feri Aria Candra<sup>2</sup>, Yas Ichwan<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup> Politeknik Al Islam Bandung, Bandung, Indonesia

Corresponding Author: Leny Anggraeni  
e-mail: leny\_rad@yahoo.co.id

### ABSTRACT

**Background:** Film processing is an activity to obtain a permanent and real picture of a film, which can be seen with the eye in general conditions. The developer fluid is very influential on the image produced in the film. After exposure, it will be placed in the next step, namely the washing process, so as to produce a permanent image and make a diagnosis. Each exposure of washing film from one film to another, there is a difference in processing time. The more films that are processed, the longer the film processing time is required. The purpose of this study is to see the effect of developer pH on inefficient factors that lead to the film processing time in a dark room.

**Methods:** The research design used was experimental with research samples tested on pH developers in the Radiology Installation of RSUD Pesawaran.

**Result:** Calculation analysis, measurement test result of developer pH measurement to the time of generation on the film was the sig. value which was 0,000 and the degree of relationship value was -0,983.

**Conclusion:** Based on the provisions, the sig. value of 0.000 < 0.05 then  $H_0$  was rejected or it was stated that there was a relationship between variable X (pH value) and variable Y (Time).

**Keywords:** Developer pH; processing film; time efficiency.

### Pendahuluan

Pengolahan film atau biasa dikenal dengan *Film Processing* adalah sebuah kegiatan yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran nyata yang permanen pada film, yang dapat dilihat dengan mata pada kondisi umum. Sebuah film yang terkena eksposi belum bisa dilihat hasilnya jika belum di proses. Pengolahan film ini dilakukan di ruangan yang khusus dimana tidak boleh ada cahaya sedikitpun yang disebut dengan *Dark Room* (Kamar Gelap) (Rahman, 2009).

Pengertian *Processing Room* atau Kamar Gelap adalah suatu area atau tempat dilakukan pengolahan film sebelum dan sesudah di eksposi, dilihat dari jenisnya prosesing terdiri atas prosesing manual processing dan automatic processing (Hidayah et al., 2015).

Dalam proses pengolahan film, baik yang secara *Automatic* ataupun secara *Manual* tetap membutuhkan beberapa bahan atau cairan kimia

yang penggunaannya bertujuan untuk mengubah bayangan laten menjadi bayangan nyata. Adapaun bahan-bahan kimia tersebut yakni cairan *developer* dan cairan *fixer*. Dimana nantinya cairan developer ini akan mengubah kristal-kristal perak bromida yang terpapar sinar-X dan mengandung atom-atom silver netral pada *latent image sites* menjadi butiran-butiran padat silver metalik. Sedangkan cairan *fixer* berfungsi untuk melarutkan kristal perak bromida yang tidak terpapar sinar-X dan tidak terproses oleh *developer*, sehingga menyisakan butir-butir silver metalik padat saja (Hidayah et al., 2015).

Cairan developer sangat berpengaruh terhadap gambaran yang dihasilkan pada film, setelah dieksposi akan diproses pada tahap-tahap selanjutnya yaitu proses pencucian, agar dapat menghasilkan gambaran yang permanen dan dapat menegakkan diagnosa. Pada pembentukan bayangan laten hanya terjadi pada cairan

*developer*, apabila semakin banyak film yang dibangkitkan atau semakin banyaknya proses pencucian yang dilakukan maka akan terjadi pelemahan dari cairan *developer* tersebut sehingga akan mengurangi nilai densitas itu sendiri (Hidayah et al., 2015).

Setiap mencuci film exposure dari film satu dan film lainnya, terjadi perbedaan lamanya waktu *processing*. Semakin banyak film yang di *processing* maka semakin lama waktu *processing* film yang dibutuhkan.

Proses pembentukan gambaran sangat bergantung pada radiasi pengion yang digunakan dimana umumnya menggunakan sinar-x sebagai sumber radiasinya. Hal ini disebabkan gambaran yang dihasilkan oleh radiografi memanfaatkan sinar-x yang melewati sebuah materi yang nantinya akan menghitamkan film. Semakin banyak sinar-x yang digunakan, maka akan semakin banyak sinar-x yang melewati sebuah materi, sehingga akan makin hitam film yang dikenainya (Rahman, 2009).

Kamar gelap (*dark room*) yang biasa juga disebut dengan *Processing Area* adalah sebuah ruangan yang gelap, artinya tidak boleh ada cahaya tampak yang masuk ke ruangan tersebut hanya sebuah lampu pengaman (*safe light*) yang boleh ada di dalam kamar gelap. Di dalam kamar gelap ini dilakukan pengolahan film (*Film Processing*) (Rahman, 2009).

Pengolahan film atau biasa dikenal dengan *Film Processing* adalah sebuah kegiatan yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran nyata yang permanen pada film, yang dapat dilihat dengan mata pada kondisi umum. Sebuah film yang terkena ekspos belum bisa dilihat hasilnya jika belum di proses. Pengolahan film ini dilakukan di ruangan yang khusus dimana tidak boleh ada cahaya sedikitpun yang disebut dengan *Dark Room* (Kamar Gelap) (Rahman, 2009).

Berdasarkan hasil penelitian Zusagka et al., (2014), nilai pH berpengaruh terhadap densitas dari hasil citra radiografi. Jika ambang batas nilai pH ini kurang atau lebih dari batas ambang optimalnya, hasil pencitraan dari film radiografi tidak akan jelas atau bahkan tidak kelihatan sama sekali. pH *developer* bersifat basa, dan rentang pH yang diatas 7 atau 7 sampai 14. Rentang pH cairan *developer* adalah 10 – 11,5 sedangkan pH pada pengembang (*developer*) untuk sinar- X film adalah sekitar 10,5 tapi bisa lebih tinggi dalam larutan.

### Jenis-Jenis *Developer*

1. Menurut penggunaannya, *developer* terbagi menjadi tiga yaitu :

- a) *Developer* untuk *manual processing* (prosesnya manual menggunakan tangan manusia).
- b) *Developer* untuk *automatic processing* (prosesnya menggunakan mesin prosesing).
- c) *Developer* untuk *rapid processing* (digunakan untuk ruang operasi). (Rahman, 2009).

2. Menurut sifat zatnya, *developer* dibagi menjadi dua yaitu :

- a) *Powder*  
Bentuknya bubuk, yang dalam kemasannya terbagi menjadi dua pak. Pak yang sedikit isinya adalah *reducing agent* sedangkan pak yang isinya banyak adalah bahan-bahan lain dari *developer*. *Developer* yang berbentuk *powder* ini biasanya digunakan untuk *manual processing* (Rahman, 2009).

Cara membuat larutan *developer* dari bahan yang berbentuk *powder* ini adalah *reducing agent* dilarutkan dalam air yang bersuhu kira-kira 50<sup>0</sup> C sebanyak 0,75 bagian tangki. Setelah *reducing agent* tadi telah larut semua (dengan cara mengaduk larutan tadi) maka tambahkan bahan-bahan lain kemudian larutkan lagi. Setelah semua bahan telah larut, tambahkan air hingga larutan menjadi penuh satu bagian tangka (Rahman, 2009).

- b) *Liquid*  
Bentuknya cairan, yang dalam kemasannya terbagi menjadi tiga pak untuk merk tertentu biasanya disebut larutan A, B dan C. Larutan tersebut masing-masing adalah *reducing agent*, *starter* yaitu KBr dan asam asetat (asam asetat berfungsi sebagai *buffer* yaitu menjaga keseimbangan asam-basa atau ketetapan pH), lalu bahan-bahan lain dari *developer* (Rahman, 2009).

Larutan yang berbentuk *liquid* ini sangat cocok untuk digunakan pada *automatic processing* karena tidak akan ada sisa-sisa dari *developer* yang bisa ikut menempel pada film saat pembangkitan terjadi (Rahman, 2009).

Waktu pembangkitan adalah waktu yang diperlukan bagi film untuk menghasilkan kontras dan densitas yang baik. Jika semua faktor-faktor pendukung dari proses

pembangkitan ini dibuat standar, maka waktu pembangkitan yang standar adalah 4 menit (Rahman, 2009). Faktor-faktor yang mempengaruhi waktu pembangkitan ini adalah :

Eksposi yang tinggi pada film akan membuat banyak dari AgBr yang terkena eksposi, akibatnya dinding pertahanan AgBr menjadi banyak yang terbuka. Karena banyak yang terbuka, maka elektron dari *developer* banyak yang masuk sehingga akan semakin banyak pula ion perak yang direduksi menjadi perak metalik. Akibat kejadian ini, maka proses pembangkitan menjadi sangat singkat (Rahman, 2009).

a) Suhu *developer*

Suhu *developer* berpengaruh terhadap waktu pembangkitan. Suhu disini berperan sebagai katalisator yang bisa mempercepat sebuah reaksi kimia. Gerakan elektron dari *developer* yang akan mereduksi ion perak menjadi perak metalik akan menjadi cepat akibat kenaikan suhu pada *developer* (Rahman, 2009).

b) Kuat/lemahnya *developer*

*Developer* yang baru tentu akan sangat cepat reaksinya dalam mereduksi ion perak menjadi perak metalik sebaliknya *developer* yang sudah lama digunakan akan sangat lama reaksinya (Rahman, 2009).

### Keadaan Developer

Aktifitas *developer* akan menurun seiring dengan penggunaannya. Penurunan aktifitas *developer* tersebut terjadi karena proses-proses di bawah ini :

1. Sebagian *developer* akan terserap oleh emulsi dan terbawa oleh permukaan film, waktu film diangkat dari *developer*. Secara fisik jumlah *developer* akan berkurang.
2. *Developing Agent* akan mengalami perubahan baik secara aksi reduksi terhadap perak bromida ataupun karena terjadi kontak dengan udara, dengan demikian terjadi penurunan jumlah *developing agent* yang aktif secara bertahap. Apabila semua *developing agent* telah terpakai berarti larutan *developer* sudah lemah atau bahkan tidak dapat digunakan lagi.
3. Hasil oksidasi *developing agent* yang terbentuk dengan sendirinya akan bertambah banyak sehingga menghalangi aksi *developing agent* yang masih aktif.
4. Ion-ion bromida yang bertambah banyak

akan menahan terjadinya proses pembangkitan.

5. Ion bromida dan hidrogen akan membentuk asam bromida sehingga menetralkan alkali yang terdapat dalam *developer*. Oleh karena itu dapat menurunkan nilai pH dari *developer* dan ini berarti akan mengurangi keaktifan dari *developer* itu sendiri.
6. Sodium sulphite dalam *developer* (*preservative*) cenderung membentuk sulphonate. Oleh karenanya jumlah sodium sulphite akan semakin berkurang sehingga *developing agent* akan lebih mudah teroksidasi. Jika *developing agent* sudah teroksidasi, maka aksi dari *developer* akan melemah (Rahman, 2009).

Untuk menghambat proses pelemahan ini maka dilakukan pemeliharaan keaktifan cairan yang disebut dengan replenishment. Yang dilakukan pada replenishment (Rahman, 2009) adalah :

1. Karena *developing agent* banyak yang dipakai, maka replenisher harus mempunyai konsentrasi *developing agent* yang lebih tinggi, terutama hydroquinon. Bahan jenis ini harus lebih banyak daripada metol atau phenidon (dua kali lebih banyak).
2. Karena pada *developer* banyak terjadi pelepasan bromida yang bersifat menahan proses pembangkitan, maka pada cairan *replenisher* tidak diberikan bahan *restrainer* lagi (KBr).
3. Karena pH *developer* menurun selama pemakaian, maka *replenisher* harus mempunyai alkali yang lebih banyak. Untuk itu biasanya digunakan NaOH.
4. Jumlah *preservative* dalam *developer* banyak terpakai, oleh karenanya *replenisher* memerlukan tambahan sodium sulphite untuk menghindari terjadinya oksidasi.
5. Bahan yang berfungsi sebagai *buffer* (untuk menjaga ketetapan pH) (Rahman, 2009).

Film dalam radiografi secara umum mempunyai fungsi sebagai pencatat bayangan sehingga gambaran yang kita inginkan bisa dapat melihat melalui film. Bahan film radiografi yang paling utama adalah emulsi. Emulsi film radiografi tersebut dari senyawa yang berwarna perak bromide atau dengan rumus senyawa kimia adalah AgBr (Rahman, 2009).

Istilah pH berasal dari "p" lambang matematika dari negatif logaritma, dan "H" lambang kimia

untuk unsur hidrogen. Definisi yang formal tentang pH adalah negatif logaritma dari aktivitas ion hidrogen. Yang dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut (Fanny Astria, Mery Subito, 2014):

$$pH = - \log [H^+]$$

pH dibentuk dari informasi kuantitatif yang dinyatakan oleh tingkat keasaman atau basa yang berkaitan dengan aktivitas ion Hidrogen. Jika konsentrasi  $[H^+]$  lebih besar daripada  $[OH^-]$ , maka material tersebut bersifat asam, yaitu nilai pH kurang dari 7. Jika konsentrasi  $[OH^-]$  lebih besar daripada  $[H^+]$ , maka material tersebut bersifat basa, yaitu dengan nilai pH lebih dari 7 (Fanny Astria, Mery Subito, 2014).

pH-Meter adalah peralatan laboratorium yang digunakan untuk menentukan pH atau tingkat keasaman suatu sistem larutan. Tingkat keasaman dari suatu zat ditentukan berdasarkan keberadaan jumlah ion hidrogen dalam larutan. Keuntungan dari penggunaan pH- meter dalam penentuan tingkat keasaman suatu senyawa adalah pemakaiannya bisa berulang-ulang serta nilai pH yang terukur relatif cukup akurat.

Instrument yang digunakan dalam pH-meter dapat bersifat analog maupun digital. Untuk mendapatkan hasil pengukuran yang baik, maka diperlukan perawatan dan kalibrasi pH-meter. Pada penggunaan pH-meter, kalibrasi alat harus diperhatikan sebelum dilakukan pengukuran. Prinsip utama pH-meter adalah pengukuran arus listrik yang tercatat pada sensor pH akibat suasana ionik dilarutkan. Stabilitas sensor harus selalu dijaga dan caranya adalah dengan kalibrasi alat. Kalibrasi terhadap pH-meter dilakukan dengan larutan buffer standart dengan pH4, pH7, dan pH9.

Stopwatch merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengukur interval waktu suatu kejadian dari mulai dihidupkan hingga dihentikan. Pada umumnya stopwatch digunakan untuk mereka yang terbiasa menggunakan kecepatan pada suatu pekerjaannya. Setiap stopwatch terdiri dari 4 (empat) elemen yaitu sumber daya, time base, counter dan sebuah layar penunjukkan atau display. Pada umumnya stopwatch analog memiliki ketelitian 0,1 s atau 0,2 s, sedangkan stopwatch digital memiliki ketelitian hingga 0,01 s (Abdullah, 2016).

## Metode

Desain penelitian yang digunakan adalah eksperimen, penelitian dilakukan dengan cara pengujian pada pH developer yang ada di Instalasi

Radiologi RSUD Pesawaran pada bulan April hingga Mei tahun 2020.

## Hasil dan Pembahasan

Hasil pengukuran pH larutan developer terhadap lamanya waktu proses pembangkitan film adalah sebagai berikut :

**Tabel 1.** Nilai pH developer terhadap lamanya waktu proses pembangkitan

Hari ke	Nilai pH Developer	Waktu Proses Pembangkitan (s)
1	10,7	17
2	10,6	20
3	10,5	22
4	10,4	24
5	10,3	27
6	10,3	28
7	10,3	28
8	10,3	29
9	10,2	33
10	10,1	36

Tabel 1 diatas menunjukkan hasil pengukuran nilai pH developer terhadap waktu proses pembangkitan film dengan hasil pada hari pertama pengukuran didapati pH developer sebesar 10,7 dengan waktu proses pembangkitan 17 detik/sekon, hari kedua nilai pH developer sebesar 10,6 dengan waktu pembangkitan yaitu 20 detik/sekon, hari ketiga nilai pH developer sebesar 10,5 dengan waktu pembangkitan yaitu 22 detik/sekon, hari keempat nilai pH developer sebesar 10,4 dengan waktu pembangkitan yaitu 24 detik/sekon, hari kelima nilai pH developer sebesar 10,3 dengan waktu pembangkitan yaitu 27 detik/sekon, hari keenam dan ketujuh nilai pH developer sebesar 10,3 dengan waktu pembangkitan sama yaitu 28 detik/sekon, hari ke delapan nilai pH developer sebesar 10,3 dengan waktu pembangkitan yaitu 29 detik/sekon, hari ke sembilan nilai pH developer sebesar 10,2 dengan waktu pembangkitan 33 detik/sekon, hari ke sepuluh nilai pH developer sebesar 10,1 dengan waktu pembangkitan yaitu 36 detik/sekon. Berikut ini adalah tabel hasil penghitungan menggunakan aplikasi sistem SPSS :

## Frekuensi

**Tabel 2.** Nilai Frekuensi Statistik.  
Statistics

		Nilai pH	Waktu	Hari
N	Valid	10	10	10
	Missing	0	0	0

Tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran nilai pH developer terhadap waktu pembangkitan film dengan hasil data valid (sah) nilai pH menyatakan frekuensi 10 dan data missing (tidak sah) nilai pH menyatakan frekuensi 0 (nol). Sedangkan hasil data valid (sah) waktu menyatakan frekuensi sebesar 10 dan data missing (tidak sah) waktu menyatakan frekuensi 0 (nol). Serta hasil data valid (sah) hari menyatakan frekuensi sebesar 10 dan data missing (tidak sah) hari menyatakan frekuensi sebesar 0 (nol).

## Correlations (Hubungan)

**Tabel 3.** Nilai Signifikan Korelasi Antara Nilai pH dan Waktu.

		Nilai pH	Waktu
Nilai pH	Pearson Correlation	1	-.983**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	10	10
Waktu	Pearson Correlation	-.983**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	10	10

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Tabel 3 menunjukkan hasil perhitungan uji korelasi dengan hasil nilai sig adalah 0,000 dan nilai derajat hubungan adalah - 0,983. Berdasarkan ketentuan bahwa nilai signifikansi < 0,05 maka Ho Ditolak dan nilai signifikan > 0,05 maka Ho Diterima. Maka, nilai signifikansi pada hasil perhitungan uji korelasi adalah  $0,000 < 0,05$  yaitu dinyatakan Ho Ditolak atau adanya korelasi/hubungan. Maksudnya yaitu terdapat pengaruh nilai pH developer terhadap waktu pembangkitan pada film.

Berdasarkan ketentuan, nilai derajat hubungan  $-0,983$  maka hubungan variabel X (Nilai pH) terhadap variabel Y (Waktu) yaitu memiliki korelasi dengan derajat hubungan korelasi sempurna dan bentuk hubungannya yaitu negatif. Maksud dari hubungan negatif yaitu "semakin tinggi variabel X, maka semakin rendah variabel

Y dan sebaliknya". Jadi, semakin tinggi nilai pH yang terkandung dalam larutan developer maka semakin rendah waktu yang digunakan untuk proses pembangkitan pada sebuah film.

Pengukuran dilakukan menggunakan film yang sudah di eksposi dengan faktor eksposi yang sama yaitu kV 40, mAs 4. Selain itu, pengukuran juga dilakukan pada kondisi larutan developer sudah digunakan selama 15 hari, yang berarti hari pertama pengukuran merupakan hari ke 16 setelah developer diganti.

Hasil pengukuran pada hari pertama didapat pH developer sebesar 10,7 dengan waktu proses pembangkitan 17 detik/sekon, hari kedua nilai pH developer sebesar 10,6 dengan waktu pembangkitan yaitu 20 detik/sekon, hari ketiga nilai pH developer sebesar 10,5 dengan waktu pembangkitan yaitu 22 detik/sekon, hari keempat nilai pH developer sebesar 10,4 dengan waktu pembangkitan yaitu 24 detik/sekon, hari kelima nilai pH developer sebesar 10,3 dengan waktu pembangkitan yaitu 27 detik/sekon, hari keenam dan ketujuh nilai pH developer sebesar 10,3 dengan waktu pembangkitan sama yaitu 28 detik/sekon, hari ke delapan nilai pH developer sebesar 10,3 dengan waktu pembangkitan yaitu 29 detik/sekon, hari ke sembilan nilai pH developer sebesar 10,2 dengan waktu pembangkitan 33 detik/sekon, hari ke sepuluh nilai pH developer sebesar 10,1 dengan waktu pembangkitan yaitu 36 detik/sekon.

Berdasarkan data tersebut, setiap nilai pH larutan developer turun maka waktu yang digunakan untuk pembangkitan pada film akan naik. Total film yang sudah melewati proses pencucian film dari hari pertama penggantian larutan developer hari ke 15 adalah sebanyak 104 film, sedangkan total film yang melewati proses pencucian selama penulis melakukan penelitian adalah sebanyak 143 film.

Jadi, total film dari pertama larutan developer diganti sampai film terakhir yang diamati oleh penulis ialah sebanyak 247 film. Berdasarkan jumlah film tersebut, semakin banyak film yang melewati proses pencucian, maka semakin lemah nilai pH larutan developer. Hal tersebut terjadi karena semakin lama hari, semakin banyak film yang melewati proses pencucian dan semakin berkurangnya efektivitas kerja larutan developer dalam melakukan proses pembangkitan pada film.

Analisis perhitungan uji korelasi hasil pengukuran nilai pH developer terhadap waktu pembangkitan pada film adalah nilai sig yaitu 0,000 dan nilai derajat hubungan yaitu - 0,983.

Berdasarkan ketentuan, nilai sig  $0,000 < 0,05$  maka  $H_0$  Ditolak atau dinyatakan adanya korelasi/hubungan variabel X (Nilai pH) terhadap variabel Y (Waktu).

Berdasarkan ketentuan, nilai derajat hubungan  $-0,983$  maka hubungan variabel X (Nilai pH) terhadap variabel Y (Waktu) yaitu memiliki korelasi dengan derajat hubungan korelasi sempurna dan bentuk hubungannya yaitu negatif. Maksud dari hubungan negatif yaitu “semakin tinggi variabel X, maka semakin rendah variabel Y dan sebaliknya”. Jadi, semakin tinggi nilai pH yang terkandung dalam larutan developer maka semakin rendah waktu yang digunakan untuk proses pembangkitan pada sebuah film.

### Simpulan

Hasil analisa pengukuran nilai pH developer terhadap waktu proses pembangkitan film diperoleh nilai signifikan yaitu  $0,000$  dan nilai derajat hubungan yaitu  $-0,983$ . Berdasarkan hasil pengukuran nilai pH developer terhadap waktu proses pembangkitan pada film dinyatakan  $H_0$  ditolak atau terdapat korelasi antara kedua variabel dan memiliki korelasi dengan derajat hubungan korelasi sempurna dalam bentuk hubungannya yaitu negatif. Hubungan negatif yaitu “semakin tinggi variabel X (nilai pH) maka semakin rendah variabel Y (waktu pembangkitan) dan sebaliknya”.

Pengaruh pH developer terhadap waktu pembangkitan pada film di kamar gelap di Instalasi Radiologi RSUD Pesawaran adalah semakin tinggi nilai pH yang terkandung dalam larutan developer maka semakin rendah waktu yang digunakan untuk proses pembangkitan pada film dan sebaliknya, semakin rendah nilai pH yang terkandung dalam larutan developer maka semakin tinggi waktu yang digunakan untuk proses pembangkitan pada film.

### Daftar Pustaka

- Abdullah, M. (2016). *Fisika Dasar 1*. Institut Teknologi Bandung.
- Bushong, S.C. 2013. *Radiologic Science for Technologist Physics, Biology, and Protection* (10<sup>th</sup> ed.). Washington D.C : The C.V. Mosby Company.
- Abdullah, M. (2016). *Fisika Dasar 1*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Brinkmann, M. (2013, January 4). *Ultimate Stopwatch and Timer for Android*.

- Diambil kembali dari ghacks.net: <https://www.ghacks.net/2013/01/04/ultimate-stopwatch-and-timer-for-android/>
- Fanny Astria, Mery Subito, D. W. N. (2014). Rancang Bangun Alat Ukur Ph Dan Suhu Berbasis Short Message. *Mektrik*, 1(1), 47–55.
- Hidayah, R., Hidayanto, E., & Arifin, Z. (2015). Analisa Pengaruh pH terhadap Perubahan Nilai Densitas Optik (Optical Density) pada Film dengan Variasi Jenis Developer. *Youngster Physics Journal*, 4(1), 73–78.
- Rahman, N. (2009). *Radiofotografi*. Universitas Baiturrahman.
- Zusagka, E., Sutanto, H., & Arifin, Z. (2014). Pengaruh Peningkatan pH Cairan Developer Dengan Penambahan Antara NaOH Dan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> Terhadap Densitas Citra. *Youngster Physics Journal*, 3(3), 203–208.



## Penggunaan T2 STIR dan Fat Saturation pada Pemeriksaan MRI Lumbal Kasus *Hernia Nucleus Pulposus* (HNP)

Meilita Putri Agrilian<sup>1</sup> Asumsye Tarigan<sup>2</sup> Mahfud Edy W<sup>3</sup> Gando Sari<sup>4</sup>  
<sup>1,2,3,4</sup>Poltekkes Kemenkes Jakarta 2, Indonesia

Corresponding Author: Meilita Putri Agrilian  
e-mail: [meilitaputriagrilian@gmail.com](mailto:meilitaputriagrilian@gmail.com)

### ABSTRACT

**Background:** Signal to noise ratio (SNR) is defined as the ratio of the amplitude of the signal received by the coil to the amplitude of the noise.

**Methods:** This research was quantitative alongside an observational approach conducted at the Radiology Installation of Satya Negara Hospital, North Jakarta. Alongside a research population of Lumbar MRI patients with HNP clinical indication from October to November 2022. The research sample was ten patients aged around 25-50 years with a diagnosis of HNP. Furthermore, an MRI examination was carried out using T2 STIR and T2 Fat Saturation sequences. Hence, the results of the Lumbar MRI image were ROI performed on common areas alongside the Corpus, Discus, CSF, Spinal Cord, and HNP area.

**Results:** This research showed there was a significant difference in SNR values in the T2 STIR and T2 Fat Saturation sequences in common areas with a p-value of  $> 0.05$ . There was no significant difference in SNR values in the HNP-experienced area with a p-value of  $< 0.05$ .

**Conclusions:** After a statistical test using the Paired Sample T Test, the test results obtained were p value  $> 0.05$ , namely 0.692 for the SNR value on the results of the MRI Lumbar sagittal section of the sequence T2 STIR and T2 Fat saturation in the Lumbar area experiencing HNP, which means that  $H_0$  was accepted, which means that there was no significant difference in SNR values between the T2 STIR and T2 Fat saturation sequences in the lumbar tissue that experienced HNP. 2. The SNR value of MRI images of the lumbar sagittal section of the sequence T2 STIR and T2 Fat saturation in normal lumbar tissue including Corpus, Discus, CSF, the test results obtained are p-value  $< 0.05$ . This means that  $H_0$  was rejected, which means there was a significant difference in SNR values between the T2 STIR and T2 Fat saturation sequences. In the spinal cord area, the test results obtained were p value  $> 0.05$ . This meant that  $H_0$  was accepted, which meant there was no significant difference in SNR values between the T2 STIR and T2 Fat saturation sequences.

**Keywords:** Lumbar MRI; SNR; T2 STIR; T2 Fat Saturation; HNP.

### Pendahuluan

Magnetic Resonance Imaging (MRI) merupakan modalitas diagnostik imejing yang berfungsi untuk menghasilkan citra potongan gambar penampang tubuh manusia dan jaringan lunak secara detail. Magnetic Resonance Imaging (MRI) Lumbal dapat melihat *Corpus Vertebra*, *Discus Intervertebralis*, *Medulla Spinalis*, *Cerebro Spinal Fluids (CSF)* dan *ligamentum flavum* di daerah Lumbal dengan sangat baik (Mulyati et al., 2014).

Vertebra Lumbal atau tulang pinggang merupakan bagian dari kolumna vertebralis yang terdiri dari lima ruas tulang dengan ukuran ruas lebih besar dibandingkan dengan ruas tulang leher

maupun tulang punggung (*thoracalis*) (Mulyati et al., 2014).

*Herniated Nucleus Pulposus* ( HNP ) adalah ekstruksi *nucleus* yang menyusup ke kanal Vertebra Lumbal yakni sebagai penyebab paling sering nyeri punggung bagian bawah (Varlotta et al., 2020).

Protokol standar pemeriksaan MRI Lumbal untuk dapat melihat struktur anatomi dan patologi menggunakan sekuen *Sagital T2WI FSE*, *sagital T1WI SE*, *sagital T2WI FSE STIR*, *Axial T2WI FSE*, dan *Axial T1WI GRE* (Mulyati et al., 2014).

T2-weighted imaging saat ini merupakan bagian penting dari pemeriksaan MRI tulang belakang karena mengurangi waktu pemindaian, menampilkan kontras serupa dengan *Spin Echo*

konvensional. Namun, rangkaian pulsa *rephasing* 180° pada FSE dan waktu relaksasi lemak T1 yang singkat memengaruhi modulasi J-kopling, yang menghasilkan sinyal terang pada lemak pada gambar T2-weighted. Peningkatan sinyal lemak pada gambar dengan T2-weighted dapat mengaburkan patologi seperti edema, infiltrasi sumsum tulang, dan metastasis. Dengan demikian, gambar T2-weighted diberikan tambahan dengan penekanan sinyal lemak yang diperlukan untuk meningkatkan visualisasi kelainan pada anatomi daerah dengan komponen lemak yang melimpah seperti tulang belakang Lumbal (Guerini et al., 2015).

Terdapat beberapa teknik dalam mensupresi lemak. Beberapa teknik tersebut diantaranya adalah *fat saturation*, *Short Tau Inversion Recovery (STIR)*, *Spectral Presaturation Inversion Recovery (SPIR)* dan Teknik *Dixon*. Untuk mensupresi sinyal lemak terutama dalam pemeriksaan MRI Lumbal, lebih baik menggunakan teknik *STIR (Short Tau Inversion Recovery)*. Teknik *STIR*, akan menghasilkan image dengan fat berwarna gelap. Teknik ini didesain untuk menghilangkan sinyal lemak dan menonjolkan cairan serta edema. Pulsa sekuen ini paling sensitif untuk menilai perubahan patologis dan edema pada tulang dan jaringan lunak pada spinal (Fisnandya Meita Astari et al., 2018).

Kualitas pencitraan MRI sangat mempengaruhi kemampuan untuk memberikan gambaran kontras pada jaringan lunak tubuh. Dalam memilih parameter diupayakan agar gambar yang dihasilkan optimal dalam *scanning* yang singkat. Kualitas gambaran pada MRI dipengaruhi oleh 4 faktor, yaitu *Signal to Noise Ratio (SNR)*, *Contrast to Noise Ratio (CNR)*, *Spatial Resolution*, dan *Scan Time* (Zaky et al., 2020).

*Signal to noise ratio (SNR)*. Istilah ini didefinisikan sebagai perbandingan amplitudo dari *signal* yang diterima oleh coil dengan amplitudo dari *noise* (Rochmayanti et al., 2013). Penggunaan *STIR* memiliki waktu yang cukup singkat dibandingkan dengan *Fat Saturation*, untuk itu pada penelitian ini akan dilakukan pemeriksaan MRI dengan menggunakan *STIR* dan *Fat Saturation*.

## Metode

Metode penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan observasional yang dilakukan di Instalasi Radiologi RS Satya Negara Jakarta Utara dengan populasi penelitian seluruh pasien MRI Lumbal dengan klinis HNP selama bulan Oktober – November 2022. Sampel penelitian sebanyak 10 orang pasien berusia sekitar 25 – 50

tahun dengan diagnosa HNP. Kemudian, dilakukan pemeriksaan MRI dengan menggunakan sekuens T2 *STIR* dan T2 *Fat Saturation*. Hasil gambar MRI Lumbal kemudian dilakukan ROI pada area yang normal meliputi *Corpus*, *Discus*, *CSF*, *Medula Spinalis*, dan area HNP.

Perhitungan SNR adalah dengan membagi *signal* rata-rata dengan standar deviasi *noise*, dengan persamaan: (Rochmayanti et al., 2013)

$$SNR = \frac{\text{Signal rata rata}}{\text{Standar deviasi noise}}$$

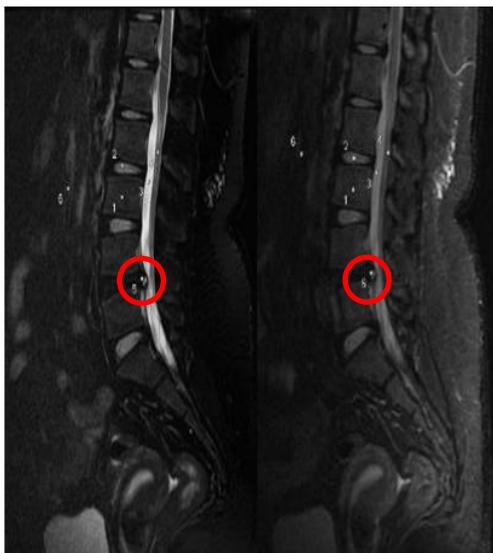
Metode untuk mendapatkan nilai SNR dilakukan *Region of Interest (ROI)* menggunakan modalitas MRI. Ukuran ROI pada daerah *Corpus Vertebra (CV)*, *Discus Intervertebralis (DI)*, *Medulla Spinalis (MS)*, *Cerebrospinal Fluid (CSF)* sekecil mungkin di area dengan intensitas yang homogeny. (Mulyati et al., 2014).

## Hasil dan Pembahasan

Untuk mendapatkan nilai signal mean dan standar deviasi pada hasil gambar MRI Lumbal pada jaringan yang normal dan HNP yaitu dibuat ROI (*Region Of Interest*) ukuran 1 mm. Contoh hasil gambar dan posisi ROI masing – masing pada gambar 1 dan 2.



**Gambar 1.** Hasil Gambar MRI Lumbal Potongan Sagital Teknik Fat saturation (Kiri) dan STIR (Kanan)



**Gambar 2.** ROI pada hasil gambar MRI Lumbar menggunakan sekuen Fat saturation (Kiri) dan STIR (Kanan)

Berikut adalah pembahasan setelah dilakukan uji statistik menggunakan uji Paired Sample T Test yang didapatkan dari hasil penghitungan ROI pada citra gambaran MRI Lumbar dengan menggunakan sekuen T2 STIR dan T2 Fat saturation yang meliputi (HNP, Corpus, Discus, CSF, dan Medula Spinalis) potongan sagital.

Perbedaan SNR pada HNP untuk kedua metode yakni sekuen T2 STIR dan T2 Fat saturation sebesar 0,692. Perbedaan tersebut secara statistik tidak signifikan ( $p\text{-value} > 0,05$ ) yang artinya tidak ada perbedaan SNR pada HNP dengan metode sekuen T2 STIR dan T2 Fat saturation. Menurut Brandao S, 2013 dalam artikelnya yang berjudul “Comparing T1-weighted and T2-weighted three-point Dixon technique with conventional T1-weighted fat-saturation and short-tau inversion recovery (STIR) techniques for the study of the lumbar spine in a short-bore MRI machine” didalam Discus terdapat annulus fibrosus dan nucleus pulposus. Komponen keduanya terdiri dari air, collagen dan proteoglycans (PGs), dengan jumlah cairan dan PGs merupakan penyusun terbanyak nucleus pulposus. Karena komposisi terbanyak berupa air, maka ketika diaplikasikan teknik fat suppression sinyal lemak akan tersupres sedangkan intensitas sinyal disekitar patologi dan discus akan meningkat. Hal ini yang menyebabkan stenosis spinal dapat dinilai dengan baik melalui teknik fat suppression. Dikarenakan STIR dan Fat Saturation dimana keduanya adalah sama-sama teknik fat suppression, maka perbedaan SNR kedua metode tersebut tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

Perbedaan SNR pada area Corpus untuk kedua metode yakni T2 STIR dan T2 Fat saturation sebesar 0,034, pada area Discus sebesar 0,037, pada area

CSF sebesar 0,043, dan pada area Medula Spinalis sebesar 0,353. Perbedaan tersebut secara statistik adalah signifikan ( $p\text{-value}$  Corpus, Discus, CSF  $< 0,05$ ) yang artinya ada perbedaan SNR pada jaringan Lumbar yang normal pada area Corpus, Discus, dan CSF. Perbedaan SNR pada area Medula Spinalis ( $p\text{-value} > 0,05$ ) secara statistik adalah tidak signifikan yang artinya bahwa tidak ada perbedaan SNR pada area Medula Spinalis. Menurut Brandao S, 2013 dalam artikelnya yang berjudul “Comparing T1-weighted and T2-weighted three-point Dixon technique with conventional T1-weighted fat-saturation and short-tau inversion recovery (STIR) techniques for the study of the lumbar spine in a short-bore MRI machine” sekuen STIR mampu menampilkan kandungan air pada jaringan yang normal contohnya pada Discus dan hernia disk. STIR mampu mengidentifikasi dehidrasi Discus.

Sehingga pada Corpus Vertebrae, Discus, dan CSF terdapat perbedaan SNR dikarenakan pada ketiga area tersebut memiliki kandungan air yang berbeda-beda. Sekuens STIR merupakan teknik supresi lemak yang menggunakan Time Inversion (TI), dengan nilai TI yang lemah 100 - 175 ms. Pada saat diaplikasikan pulsa 900 eksitasi, vektor jaringan fat akan berubah arah penyudutan dari 900 ke 1800 dan mengarah ke full saturasi sehingga sinyal jaringan fat menjadi nol. Namun, fat suppression ini tidak spesifik, untuk sinyal dari jaringan atau cairan dengan T1 yang sama akan ikut tersupresi. Sekuens Fat saturation adalah teknik yang menggunakan frekuensi selektif pulse yang sensitif terhadap inhomogenitas medan magnet.

Penggunaan sekuen Fat saturation memiliki keuntungan yaitu waktu scanning yang cepat, sekuen ini dapat digunakan untuk pasien yang non kooperatif yang membutuhkan waktu pemeriksaan yang cepat. Hal ini dikarenakan waktu scanning yang cepat pada sekuen Fat saturation dapat meminimalisir terjadinya artefak karena pergerakan pasien. Dikarenakan pada kedua sekuen tersebut memiliki karakter yang berbeda dalam teknik penekanan lemak maka pada Corpus, Discus, dan CSF memiliki perbedaan SNR yang signifikan. Menurut Ai-Jun Ren dkk, 2012 dalam artikelnya yang berjudul “MR Imaging of the Spine at 3.0T with T2-Weighted IDEAL Fast Recovery Fast Spin-Echo Technique” lemak pada Medula Spinalis tampak terang pada T2 WI, oleh karena itu memerlukan sekuen penekan sinyal lemak untuk melihat ada tidaknya patologi. Sehingga pada area Medula Spinalis pada kedua metode sekuen T2 STIR dan T2 Fat Saturation tidak ada perbedaan yang signifikan.

**Tabel 1.** Hasil uji statistik *Paired Sample T Test* pada HNP  
**Paired Samples Test**

		Paired Differences							
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	HNP_T2 STIR – HNP_T2 FATSAT	.29600	2.28721	.72328	-1.34017	1.93217	.409	9	.692

**Tabel 2.** Hasil uji statistik *Paired Sample T Test* pada jaringan yang normal

**Paired Samples Test**

		Paired Differences							
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	CORPUS_T2 STIR - CORPUS_T2 FATSAT	5.71100	7.21718	2.28227	.54814	10.87386	2.502	9	.692
Pair 2	DISCUS_T2 STIR - DISCUS_T2 FATSAT	-7.16800	9.27789	2.93393	-13.80500	-.53100	-2.443	9	.037
Pair 3	CSF_T2 STIR - CSF_T2 FATSAT	34.04800	45.81518	14.48803	1.27379	66.82221	2.350	9	.043
Pair 4	MS_T2 STIR - MS_T2 FATSAT	-6.03800	19.49358	6.16441	-19.98287	7.90687	-.979	9	.353

## Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian MRI Lumbal Kasus HNP dengan menggunakan sekuens T2 STIR dan *Fat Saturation* tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

## Daftar Pustaka

- Astari, F. M. (2018). Perbedaan Informasi Citra Diagnostik Antara Sekuen T2 TSE STIR Dan T2 TSE Dixon Pada Pemeriksaan MRI Lumbal Potongan Sagital Dengan Kasus Radiculopathy. *JRI (Jurnal Radiografer Indonesia)*, 1(1), 52-60. Guerini, H., Omoumi, P., Guichoux, F., Vuillemin, V., Morvan, G., Zins, M., Thevenin, F., & Drape, J. L. (2015). Fat Suppression With Dixon Techniques In Musculoskeletal Magnetic Resonance Imaging: A Pictorial Review. *Seminars In Musculoskeletal Radiology*, 19(4), 335–347. <https://doi.org/10.1055/S-0035-1565913>
- YB, M. B., Darmini, D., & Mulyati, S. (2020). ANALISIS PERBEDAAN KUALITAS CITRA DAN INFORMASI ANATOMI PADA PEMERIKSAAN MRI LUMBAL SEKUEN T2WI FAST SPIN ECHO (FSE) POTONGAN SAGITAL DENGAN VARIASI NILAI TIME REPETITION. *JRI (Jurnal Radiografer Indonesia)*, 3(1), 5-12.
- Rochmayanti, D., Widodo, T. S., & Soesanti, I. (2013). Analisis Perubahan Parameter Number Of Signals Averaged ( NSA ) Terhadap Peningkatan SNR Dan Waktu Pencitraan Pada MRI. *Jnteti*, 2(4), 37–45.
- Varlotta, C. G., Ge, D. H., Stekas, N., Frangella, N. J., Manning, J. H., Steinmetz, L., ... & Buckland, A. J. (2020). MRI radiological predictors of requiring microscopic lumbar discectomy after lumbar disc herniation. *Global Spine Journal*, 10(1), 63-68.
- Zaky, A., Novita Andriani, A., & Awal Bros Pekanbaru, Stik. (2020). Journal Of Stikes Awal Bros Pekanbaru. *Ojs.Stikesawalbrospekanbaru.Ac.Id*, 2014, 41–47. <http://Ojs.Stikesawalbrospekanbaru.Ac.Id/Index.Php/Jsabp/Article/View/33>
- Brandão, S., Seixas, D., Ayres-Basto, M., Castro, S., Neto, J., Martins, C., ... & Parada, F. (2013). Comparing T1-weighted and T2-weighted three-point Dixon technique with conventional T1-weighted fat-saturation and short-tau inversion recovery (STIR) techniques for the study of the lumbar spine in a short-bore MRI machine. *Clinical radiology*, 68(11), e617-e623.
- Ren, A. J., Guo, Y., Tian, S. P., Shi, L. J., & Huang, M. H. (2012). MR imaging of the spine at 3.0 T with T2-weighted IDEAL fast recovery fast spin-echo technique. *Korean Journal of Radiology*, 13(1), 44-52.



## Informasi Anatomi dan Dosis Radiasi pada MSCT Brain Pediatric Menggunakan Adaptive Statistical Iterative Reconstruction (ASiR)-V

Fitri Indraratma<sup>1</sup>, Dartini<sup>2</sup>, Agung Nugroho Setiawan<sup>3</sup>

<sup>1)</sup> RSUD Ir. Soekarno Kab. Sukoharjo, Indonesia

<sup>2,3)</sup> Poltekkes Kemenkes Semarang, Indonesia

Corresponding author : Fitri Indraratma

e-mail : indraratma18@gmail.com

### ABSTRACT

**Background:** Multislice CT Scan (MSCT) brain examination in pediatric cases should pay attention to the lowest possible dose but still provide optimal anatomical information. Pediatric has a higher risk of developing cancer compared to adults who receive the same dose. The purpose of this study is to obtain the optimal value of the use of the Adaptive Statistical Iterative Reconstruction (ASiR)-V technique with variations in tube current strength and Iterative Reconstruction value which is implemented in pediatric patients under the age of 5 (five) years.

**Methods:** This research was experimental with brain image samples of pediatric patients at the Radiology Installation of RSUD dr. Moewardi Surakarta. The variations of the tube currents selected were 80, 100, and 165 mA with a combination of AR20, AR40, AR60, and AR80 variations. Anatomical information processed descriptively sourced from the assessment of 3 (three) radiologists who were experienced in assessing MSCT images. Meanwhile, the effect of tube current variation on radiation dose was tested using linear regression.

**Results:** The results showed differences in anatomical information between the combinations of 165 mA-AR60 and 165 mA-AR80 "very clear", 165 mA-AR20 "clear", 80 mA-AR20 "fairly clear" and 100 mA-AR80 "less clear". There was an effect of strong variation of tube current on radiation dose with a regression coefficient value of 0.690. The estimated effective doses of the three tube current values were still below the national Dose Reference Level (DRL).

**Conclusions:** It was concluded that there were differences in anatomical information on the MSCT brain pediatric examination with variations in tube current and ASiR-V, there was an effect of variations in mA on radiation dose and mA values and the optimal value of the combination of techniques studied is 80 mA and 20% Iterative Reconstruction.

**Keywords:** MSCT; brain; pediatric; iterative reconstruction; radiation dose.

### Pendahuluan

Jaringan tubuh anak-anak memiliki radiosensitivitas lebih besar dibanding orang dewasa sehingga memiliki potensi efek karsinogenik yang lebih besar (BAPETEN, 2020). Mathews dkk, (2013) menyebutkan dalam penelitiannya bahwa di Australia dari 60.674 pasien kanker yang dicatat, ada 3.150 dari 680.211 pasien diantaranya pernah melakukan pemeriksaan MSCT satu tahun sebelum diberikan diagnosa kanker. Pemeriksaan MSCT pada pasien anak-anak atau remaja menimbulkan berbagai jenis kanker lainnya serta dapat meningkatkan terjadinya kanker sebesar 24% (Kilic dkk, 2013).

*International Commission of Radiological Protection (ICRP)* dalam publikasi 121 menyebutkan bahwa pasien anak memiliki risiko rata-rata lebih tinggi terkena kanker dibandingkan dengan orang dewasa yang menerima dosis yang sama. Publikasi ICRP 121 bertujuan untuk memberikan panduan prinsip-prinsip proteksi radiasi terutama prinsip justifikasi dan optimisasi terhadap pasien anak. Pentingnya justifikasi yang ketat dari prosedur radiologi ditekankan untuk setiap prosedur yang melibatkan radiasi pengion, dan penggunaan modalitas pencitraan yang non-pengion harus selalu dipertimbangkan. Tujuan dasar dari optimisasi proteksi radiasi adalah untuk

menyesuaikan parameter pencitraan dan menerapkan tindakan proteksi sedemikian rupa sehingga kualitas citra masih memadai untuk interpretasi diagnostik dengan dosis radiasi serendah mungkin (*As Low As Reasonable Achievable*). Modifikasi protokol pencitraan dan parameter paparan diperlukan untuk penggunaan pada pasien pediatrik (Khong dkk, 2013). Beberapa parameter yang dapat diatur antara lain tegangan tabung (kV), kuat arus tabung (mA), pitch, tebal irisan (*slice thickness*), panjang pindaian (*scan length*), jumlah citra, kolimasi dan algoritma matriks rekonstruksi (BAPETEN, 2020, Darmini, dkk 2020).

Perkembangan teknologi MSCT sudah semakin maju termasuk di dalamnya dilengkapi *software Iterative Reconstruction (IR)*. Dengan IR dan *model-based iterative reconstruction (MBIR)* sangat dimungkinkan pengurangan dosis radiasi sementara di sisi lain mampu meningkatkan kualitas citra (Wellenberg dkk, 2019). Saat ini, algoritma IR muncul kembali karena ketersediaan komputasi kecepatan tinggi. Keuntungan utama dari algoritma rekonstruksi gambar berulang adalah untuk mengurangi *noise* gambar dan meminimalkan dosis radiasi yang lebih tinggi. Beberapa teknik IR yang dibangun oleh vendor besar antara lain General Electric dengan ASiR, Philips dengan *iDose*, Siemens dengan IRIS dan Toshiba dengan AIDR 3D (Liu, 2014). Mcnight menyebutkan bahwa pemeriksaan *brain pediatric* dengan menggunakan ASiR memungkinkan pengurangan dosis 28% untuk kelompok usia 3 hingga 12 tahun dan pengurangan 48% untuk usia lebih dari 12 tahun dibandingkan dengan *Filtered Back Projection (FBP)* (Padole dkk, 2015)

Instalasi Radiologi RSUD dr. Instalasi Radiologi RSUD dr. Moewardi Surakarta memiliki MSCT merk GE 128 Slice, dilengkapi *software IR* yaitu ASiR-V, yang merupakan teknologi IR *hybrid* generasi terbaru GE. ASiR-V mengombinasikan antara ASiR dan MBIR dengan kemampuan mereduksi *noise* jauh lebih baik dibanding ASiR dan waktu proses yang jauh lebih singkat (Ludwig dkk, 2019). Pemeriksaan MSCT *pediatric* di RSUD dr. Moewardi Surakarta termasuk cukup banyak. Tidak kurang dari 25 pasien *pediatric* dilayani setiap bulannya yang sebagian besarnya adalah pemeriksaan MSCT brain. Protokol yang biasa digunakan adalah Helical Head Non Contrast dengan kV 120, menggunakan mA modulation diatur secara otomatis di nilai 165 mA dengan Dose Reduction 50% dan ASiR pada 50% (AR50). Protokol ini digunakan baik untuk dewasa maupun anak-anak,

sehingga pasien pediatrik beresiko mendapatkan dosis radiasi berlebih.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui perbedaan informasi anatomi pada pemeriksaan MSCT brain pediatric dengan variasi arus tabung 165 mA, 100 mA, 80 mA dan variasi ASiR-V 20%, 40%, 60% dan 80%, pengaruh variasi mA terhadap dosis dan untuk mengetahui nilai mA serta ASiR-V yang memberikan dosis minimal dengan informasi anatomi optimal.

## Metode

Jenis penelitian adalah penelitian kuantitatif deskriptif dengan pendekatan eksperimen yang dilaksanakan pada bulan Juli – Agustus 2022 di Instalasi Radiologi RSUD dr. Moewardi Surakarta. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah protokol MSCT *brain pediatric* dengan variasi arus tabung 165 mA, 100 mA dan 80 mA serta variasi ASiR-V 20%, 40%, 60% dan 80%. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah informasi anatomi pada irisan axial setinggi basal ganglia yang dinilai responden dengan “sangat jelas”, “jelas”, “cukup jelas”, “kurang jelas”, “tidak jelas” dan dosis radiasi yang diketahui melalui CTDiVol tiap pasien kemudian dikalikan range sehingga diketahui nilai *Dose Length Product (DLP)* nya yang selanjutnya dikonversi menjadi dosis efektif dengan mengalikan DLP dan koefisien konversi yaitu 0,004 sehingga diperoleh nilai perkiraan dosis efektif dalam satuan mili Sievert (mSv) (McCollough dkk, 2007). Variabel terkontrol dari penelitian ini adalah *spiral scanning*, kV, mA modulation, *slice thickness*, usia *pediatric* 1-5 tahun, ketebalan obyek, *rotation time*, range, pitch, *window width* dan *window level*.

Sampel penelitian adalah pasien MSCT brain pediatric yang dibagi tiga perlakuan, sepertiga MSCT *brain pediatric* menggunakan arus tabung 80 mA, sepertiga lain 100 mA dan sepertiga lain 165 mA, yang masing-masing sampel dilakukan *post processing* menggunakan variasi ASiR-V 20%, 40%, 60% dan 80%. Hasil citra radiografi setiap film adalah 12 citra yang terdiri dari kombinasi variasi arus tabung dan ASiR-V yaitu 80 mA-AR20, 80 mA-AR40, 80 mA-AR60, 80 mA-AR80, 100 mA-AR20, 100 mA-AR40, 100 mA-AR60, 100 mA-AR80, 165 mA-AR20, 165 mA-AR40, 165 mA-AR60 dan 165 mA-AR80.

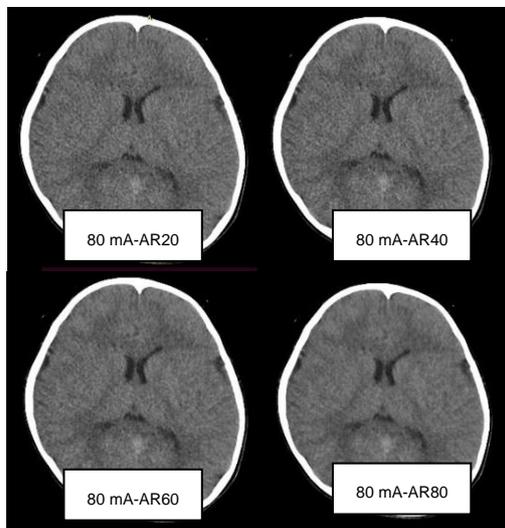
Responden penelitian terdiri dari 3 orang dokter spesialis radiologi, memberikan penilaian citra menggunakan tabel kuesioner dengan mengisi poin 1/2/3/4/5 dengan kategori “tidak jelas”/ “kurang jelas”/ “cukup jelas”/ “jelas”/ “sangat jelas”.

Analisis data nilai informasi anatomi dilakukan dengan analisa deskriptif dari tabel *crosstabs* hasil penilaian citra radiografi oleh ketiga responden terhadap variasi arus tabung dan ASiR-V. Pengaruh variasi arus tabung terhadap dosis menggunakan uji regresi linier. Analisa kombinasi arus tabung dan ASiR-V yang direkomendasikan menggunakan analisa deskriptif.

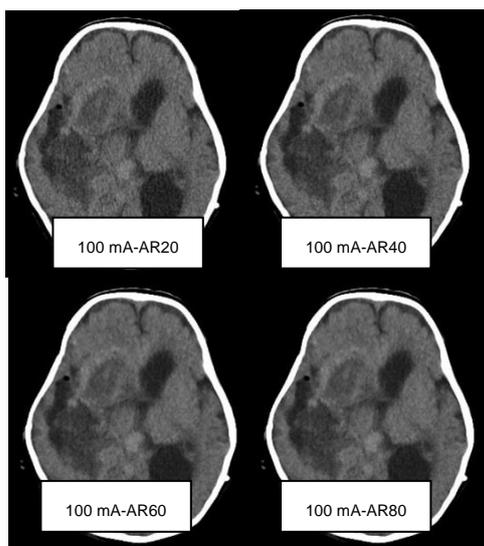
## Hasil dan Pembahasan

### Informasi anatomis pada pemeriksaan MSCT *brain pediatric*

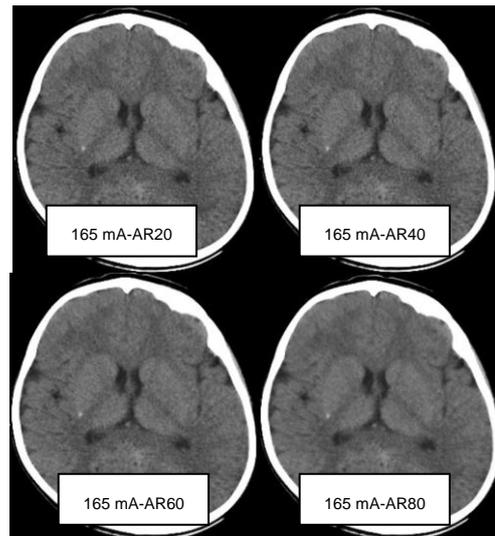
Citra radiografi dalam variasi arus tabung dan ASiR-V dapat dicontohkan sebagai berikut.



**Gambar 1.** Variasi ASiR-V dengan arus tabung 80 mA.



**Gambar 2.** Variasi ASiR-V dengan arus tabung 100 mA



**Gambar 3.** Variasi ASiR-V dengan arus tabung 165 mA.

Sampel penelitian adalah 12 orang pasien MSCT *brain pediatric* usia di bawah 5 tahun dengan rincian 4 pasien dilakukan MSCT brain pediatric menggunakan arus tabung 80 mA, 4 pasien 100 mA dan 4 pasien 165 mA yang masing-masing sampel dilakukan *post processing* menggunakan variasi ASiR-V 20%, 40%, 60% dan 80%. Diperoleh 4 lembar film radiografi dengan setiap lembar terdiri dari 12 citra kompilasi, dinilai oleh 3 responden dari dokter spesialis radiologi. Karakteristik responden yaitu responden 1 dengan lama kerja 7 tahun, responden 2 dengan lama kerja 7 tahun dan responden 3 dengan lama kerja 12 tahun.

Ketiga responden memberikan penilaian dan hasil penilaian disajikan dalam bentuk tabel *crosstabs* berikut ini.

**Tabel 1.** Informasi anatomi dari variasi mA dan ASiR-V terhadap nilai informasi anatomi

Variasi (mA-AR)	Nilai informasi anatomi				
	Tidak Jelas	Kurang Jelas	Cukup Jelas	Jelas	Sangat Jelas
80 mA-AR20	25.0%	8.3%	50.0%	16.7%	0.0%
80 mA-AR40	25.0%	8.3%	41.7%	25.0%	0.0%
80 mA-AR60	16.7%	41.7%	25.0%	16.7%	0.0%
80 mA-AR80	16.7%	41.7%	25.0%	16.7%	0.0%
100 mA-AR20	8.3%	33.3%	33.3%	16.7%	8.3%
100 mA-AR40	8.3%	33.3%	41.7%	8.3%	8.3%
100 mA-AR60	8.3%	33.3%	41.7%	8.3%	8.3%
100 mA-AR80	8.3%	58.3%	25.0%	0.0%	8.3%
165 mA-AR20	0.0%	0.0%	33.3%	66.7%	0.0%
165 mA-AR40	0.0%	0.0%	25.0%	58.3%	16.7%
165 mA-AR60	0.0%	25.0%	16.7%	25.0%	33.3%
165 mA-AR80	0.0%	25.0%	16.7%	25.0%	33.3%

Terdapat perbedaan nilai informasi anatomi dari variasi arus tabung dan ASiR-V. Responden menilai dengan kategori “sangat jelas” pada variasi 165 mA-AR60 dan 165 mA-AR80 dengan prosentase masing-masing 33,3%. Disusul dengan kategori “jelas” pada 165 mA-AR20 dengan prosentase 66,7% dan pada 165 mA-AR40 dengan prosentase 58,3%. Selanjutnya yang dinilai dengan kategori “cukup jelas” adalah pada variasi 80 mA-AR20 dengan prosentase 50%, disusul dengan prosentase yang sama sebesar 41,7% pada tiga variasi yaitu 100 mA-AR60, 100 mA-AR40 dan 80 mA-AR40. Selanjutnya dengan prosentase 33,3% dengan kategori “cukup jelas” adalah 100 mA-AR20. Sisanya mendapat nilai dengan kategori “kurang jelas” adalah variasi 100 mA-AR80 dengan prosentase 58,3%, 80 mA-AR60 80 mA-AR80 masing-masing prosentase 41,7%.

Seeram (2019) menyebutkan bahwa faktor yang berpengaruh terhadap *noise* adalah faktor eksposi, detektor dan ketebalan irisan atau *slice thickness* serta *pitch*. Dengan diturunkan faktor eksposi dalam hal ini arus tabung akan meningkatkan *noise* yang akibatnya menurunkan kualitas citra. Kualitas citra yang turun akan membuat informasi anatomi berkurang. Penelitian ini mendukung teori tersebut, yaitu dengan menggunakan variasi arus tabung yang lebih rendah (80 mA) informasi anatomi dinilai dengan kategori yang kurang baik dibanding dengan menggunakan arus tabung 165 mA. Penilaian responden pada kategori “sangat jelas” dan “jelas” semua ada pada arus tabung 165 mA. Selain itu dari penilaian responden diketahui bahwa variasi ASiR-V yang digunakan pada arus tabung 165 mA tidak menurunkan kualitas citra.

Seeram, (2019) menyebutkan keuntungan dari rekonstruksi ASiR-V adalah dapat digunakan dengan dosis rendah, mengurangi *noise*, dan meningkatkan resolusi spasial jika dibandingkan dengan algoritma FBP untuk persamaan noise gambar. Hal ini terbukti bahwa dengan menggunakan arus tabung lebih rendah seperti 80 mA-AR20, responden menilai dengan kategori “cukup jelas” dengan prosentase yang cukup tinggi yaitu 50%, disusul selanjutnya variasi 80 mA-AR40, responden menilai dengan kategori “cukup jelas” dengan prosentase 41,7% sama seperti penilaian pada variasi 100 mA-AR40 dan 100 mA-AR60.

Dalam penelitian ini pemberian variasi ASiR-V terbukti menurunkan *noise*. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa penggunaan ASiR dengan dosis rendah dapat mereduksi *noise* secara signifikan dibanding

dengan dosis rutin menggunakan FBP, sehingga memungkinkan pemeriksaan menggunakan dosis yang lebih rendah. Meskipun dapat mengurangi ketajaman gambar, pemeriksaan dengan ASiR memiliki nilai diagnostik yang sebanding dengan pemeriksaan dengan FBP (Hardie dkk, 2014). Penelitian ini mendukung teori yang ada bahwa memanfaatkan ASiR-V dapat meningkatkan nilai informasi anatomi, sehingga dengan menurunkan arus tabung/dosis, informasi anatomi pun masih terlihat jelas. Hasil penelitian ini mendukung penelitian sebelumnya yang menyimpulkan ada perbedaan informasi anatomi pada MSCT Abdomen menggunakan variasi ASiR, dan nilai ASiR yang paling optimal adalah ASiR 40%. Dalam penelitian ini memanfaatkan ASiR-V 40% mendapat kategori penilaian “cukup jelas” untuk arus tabung yang paling rendah yaitu 80 mA.

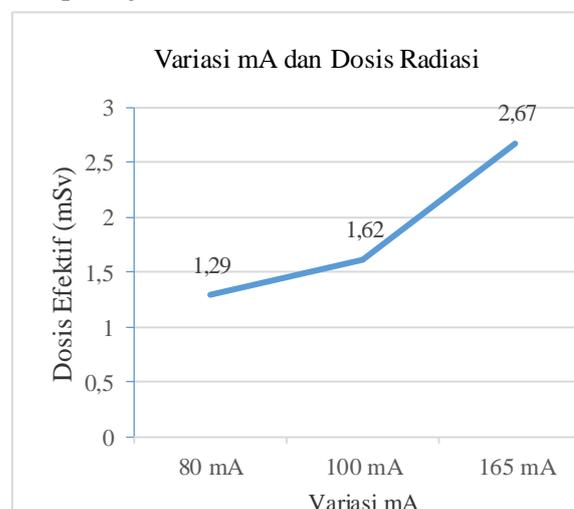
#### **Pengaruh variasi arus tabung pada pemeriksaan MSCT brain pediatric terhadap dosis radiasi**

Data dosis radiasi untuk setiap variasi arus tabung ditunjukkan pada tabel 2.

**Tabel 2.** Dosis radiasi pada variasi mA

No	Arus tabung (mA)	CTDiV OL (mGy)	Range (cm)	DLP	Koef. Konversi	Dosis Efektif (mSv)
1	80	16.18	20	323.6	0.004	1.29
2	100	20.22	20	404.4	0.004	1.62
3	165	33.37	20	667.4	0.004	2.67

Berdasarkan tabel 2 diketahui dosis efektif yang diterima pasien dengan 80 mA adalah 1,29 mSv, 100 mA adalah 1,62 mSv dan 165 mA adalah 2,67 mSv. Dapat dideskripsikan juga dalam bentuk grafik pada gambar 4. berikut ini.



**Gambar 4.** Variasi mA dan dosis radiasi yang diterima pasien

Tabel 3 menunjukkan besarnya nilai korelasi hubungan (R) yaitu sebesar 0.958. Dari output tersebut diperoleh koefisien determinasi (R Square) sebesar 0.917 yang mengandung pengertian bahwa pengaruh variabel bebas (Variasi mA) terhadap variabel terikat (Dosis Radiasi) adalah sebesar 91,7 %.

**Tabel 3.** Output Bagian Kedua (Model Summary)

Nilai konstan (X)	b / koefisien regresi	t	Sig.
0.480	0.690	10.498	0.000

Hal ini sesuai dengan Seeram, (2019), yang menyebutkan bahwa terdapat faktor-faktor yang memiliki efek langsung pada dosis radiasi pasien, meliputi *exposure technique factors*, *X-raybeam collimation*, *pitch*, *patient centering*, *number of detectors*, dan *over-ranging*, juga disebut sebagai *z-over scanning*, dan *iterative reconstruction*. *Exposure technique factors* (faktor eksposi) yang penulis gunakan adalah variasi arus tabung (mA).

Sianturi dkk, (2018) menyampaikan bahwa nilai arus tabung berpengaruh terhadap nilai intensitas sinar-X. Intensitas ini pada hasil citra foto rontgen mempengaruhi nilai kehitaman pada film (densitas). Selain berpengaruh terhadap nilai intensitas sinar-X yang keluar dari tabung, nilai arus tabung yang dipilih juga sangat berpengaruh terhadap terimaan dosis radiasi pasien. Hubungan jumlah dosis output radiasi terhadap arus tabung adalah dosis serap yang diterima objek akan semakin besar bila pengaturan tegangan dan arus ditingkatkan dan juga mempengaruhi besarnya intensitas dan daya tembus sinar-X yang dihasilkan. Besarnya intensitas sinar-X yang diberikan sangat mempengaruhi kualitas pencitraan yang dihasilkan.

Dari hasil *dose report* pemeriksaan MSCT *brain pediatric* dalam penelitian ini didapatkan bahwa nilai CTDI<sub>vol</sub> berbeda antara variasi arus tabung 80 mA, 100 mA dan 165 mA. Nilai CTDI<sub>vol</sub> dikalikan dengan *range* 20 cm didapatkan nilai DLP dan akhirnya setelah dikalikan dengan konstanta diperoleh nilai dosis efektif (McCollough dkk, 2007).

Dari tabel 4 diketahui nilai *Constant* (X) sebesar 0,480, nilai Variasi mA (b/koefisien regresi) sebesar 0,690, sehingga persamaan regresinya dapat dianalisa:

$$Y = a + bX \quad (1)$$

$$Y = 0.480 + 0.690X \quad (2)$$

Persamaan tersebut dapat diterjemahkan:

Konstanta sebesar 0,480 mengandung arti bahwa nilai konsistensi variabel dosis radiasi adalah sebesar 0,480. Koefisien regresi X sebesar 0,690 menyatakan bahwa setiap penambahan 1% nilai variasi mA, maka nilai dosis radiasi bertambah sebesar 0,690. Koefisien regresi tersebut bernilai positif, sehingga dapat dikatakan bahwa arah pengaruh variabel X terhadap Y adalah positif. Berdasarkan nilai signifikansi *coefficients* diperoleh nilai signifikansi sebesar 0.000 < 0.05, sehingga dapat diartikan bahwa variabel Variasi mA (X) berpengaruh terhadap variabel dosis radiasi (Y). Nilai t sebesar 10,498 > t-Tabel 2.228, menunjukkan bahwa variasi mA (X) berpengaruh terhadap dosis radiasi (Y).

**Tabel 4.** Output bagian Keempat (Coefficients)

R	R Square
0,958	0,917

Pengaturan arus tabung 80 mA dengan dosis efektif 1,29 mSv masuk dalam kategori *low dose* (Yasaka dkk, 2013), berbeda signifikan dengan arus tabung 165 mA dengan dosis efektif 2,67 mSv. Verinda dkk, (2020) menghitung bahwa DRL nasional untuk dosis efektif adalah 3,8 mSv untuk kontras dan 2,8 mSv untuk parameter non-kontras. Pengaturan variasi arus tabung dalam penelitian ini, perkiraan dosis efektif adalah 1,29 mSv, 1,62 mSv, 2,67 mSv masih di bawah DRL nasional.

Radiosensitivitas lebih besar dibanding orang dewasa sehingga memiliki potensi efek karsinogenik yang lebih besar (BAPETEN, 2020). Oleh karena itu pilihan faktor eksposi yang salah satunya adalah arus tabung harus dipilih secara bijak agar dosis radiasi yang diterima pasien *pediatric* serendah mungkin

#### **Nilai mA dan ASiR-V yang memberikan dosis minimal dengan kualitas citra yang optimal pada MSCT *brain pediatric***

Penelitian ini mendapatkan nilai mA dengan dosis paling rendah adalah pengaturan arus tabung pada nilai 80 mA yaitu sekitar 1,29 mSv dan arus tabung dengan dosis paling tinggi adalah 165 mA dengan dosis efektif yang diterima pasien adalah 2,67 mSv. Yasaka dkk, (2013) membuat kategori dosis radiasi pada pemeriksaan MSCT dengan kategori *low-dose* pada dosis efektif  $1,45 \pm 0,50$ , dalam hal ini untuk arus tabung 80 mA dan 100 mA termasuk dalam kategori *low-dose*. Menurut Seeram, (2019) keuntungan lain dari rekonstruksi ASiR-V adalah dapat digunakan dengan dosis rendah, mengurangi *noise*, dan meningkatkan

resolusi spasial.

Nilai informasi anatomi paling baik pada pengaturan arus tabung 165 mA. Hal ini sesuai dengan teori bahwa semakin tinggi arus tabung akan menurunkan *noise* dan berdampak pada kualitas citra yang akhirnya pada informasi anatomi. Pengaturan arus tabung 165 mA dengan keempat variasi ASiR-V yang digunakan mendapatkan penilaian responden dengan kategori tertinggi yaitu sangat jelas dan jelas. Kemudian setelah itu pengaturan arus tabung yang memiliki nilai informasi anatomi cukup jelas adalah pada 80 mA, dan yang paling rendah pada 100 mA.

Pada penelitian ini mendapatkan variasi ASiR-V yang paling baik untuk menekan *noise* sehingga mendapatkan nilai informasi anatomi yang masih cukup jelas adalah pada ASiR-V 20% untuk arus tabung 80 mA kemudian disusul ASiR-V 40% untuk arus tabung 80 mA dan 100 mA, ASiR-V 60% untuk arus tabung 100 mA dan terakhir ASiR-V 20% untuk arus tabung 100 mA.

Berdasarkan pemaparan hasil penelitian di atas, dapat penulis kemukakan bahwa arus tabung dan ASiR-V yang menghasilkan informasi anatomi yang cukup jelas dan dosis radiasi yang rendah pada MSCT *brain pediatric* adalah arus tabung 80 mA dengan ASiR-V 20% (80 mA-AR20). Dengan arus tabung 80 mA, pasien akan mendapatkan paparan radiasi rendah, sehingga peluang terjadinya efek karsinogenik pada pasien akibat paparan radiasi MSCT *brain pediatric* dapat diturunkan.

Penelitian ini memiliki keterbatasan dalam memperoleh pasien anak dengan rentang usia lebih dari 5 (lima) tahun. Disarankan penelitian lebih lanjut dengan kriteria sampel yang lebih luas.

## Simpulan

Ada perbedaan informasi anatomi pada pemeriksaan MSCT brain pediatric dengan variasi arus tabung dan ASiR-V.

Ada pengaruh variasi arus tabung 80 mA, 100 mA dan 165 mA terhadap dosis radiasi yang diterima pasien pada MSCT brain pediatric dengan p value 0,000 ( $p < 0,05$ ) dan persamaan regresi  $Y = 0,480 + 0,690X$ , sehingga setiap penambahan nilai mA sebesar 1%, nilai dosis radiasi akan bertambah sebesar 0,690.

Nilai mA dan ASiR-V yang memberikan dosis minimal dengan informasi anatomi yang setara pada MSCT brain pediatric adalah 80 mA dan ASiR-V 20% (80 mA-AR20).

## Daftar Pustaka

- Noor, J. A., & Normahayu, I. (2014). Dosis Radiasi Dari Tindakan Ct-Scan Kepala. *Journal of Environmental Engineering and Sustainable Technology*, 1(2), 84-91.
- BAPETEN. (2020). *Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 4 Tahun 2020 tentang keselamatan radiasi pada pengguna pesawat sinar-X dalam radiologi diagnostik dan intervensioal*. 42–44. 29 Januari 2022
- Lampignano, J., & Kendrick, L. E. (2017). *Bontrager's textbook of radiographic positioning and related anatomy-E-book*. Elsevier Health Sciences.
- McCollough, C., Cody, D., Edyvean, S., Geise, R., Gould, B., Keat, N., ... & Wilson, C. (2008). The measurement, reporting, and management of radiation dose in CT. *Report of AAPM Task Group*, 23(23), 1-28.
- Darmini, Ari Setiyono, P., Rochmayanti, D., Nino Kurniawan, A., & Nugroho Setiawan, A. (2020, February). The optimization of mastoid CT image using windows and kernel reconstructions. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1471, No. 1, p. 012015). IOP Publishing.
- Drake, R. L., Vogl, A. W., & Mitchell, A. W. (2019). *Gray's anatomy for students flash cards e-book*. Elsevier Health Sciences.
- Einstein, A. J. (2012). Beyond the bombs: cancer risks of low-dose medical radiation. *The Lancet*, 380(9840), 455-457.
- Hardie, A. D., Nelson, R. M., Egbert, R., Rieter, W. J., & Tipnis, S. V. (2015). What is the preferred strength setting of the sinogram-affirmed iterative reconstruction algorithm in abdominal CT imaging?. *Radiological physics and technology*, 8, 60-63.
- Khong, P. L., Ringertz, H., Donoghue, V., Frush, D., Rehani, M., Appelgate, K., & Sanchez, R. (2013). ICRP publication 121: radiological protection in paediatric diagnostic and interventional radiology. *Annals of the ICRP*, 42(2), 1-63.
- Kilic, K., Erbas, G., Guryildirim, M., Konus, O. L., Arac, M., Ilgit, E., & Isik, S. (2013). Quantitative and qualitative comparison of standard-dose and low-dose pediatric head computed tomography: a retrospective study assessing the effect of adaptive statistical iterative reconstruction. *Journal of computer assisted tomography*, 37(3), 377-381.
- Latifah, R., Jannah, N. Z., Nurdin, D. Z., & Budi, P. (2019). Determination Of Local Diagnostic

- Reference Level (Ldl) Pediatric Patients On Ct Head Examination Based On Size-Specific Dose Estimates (Ssde) Values. *Journal of Vocational Health Studies*, 2(3), 127-133.
- Liu, L. (2014). Model-based iterative reconstruction: a promising algorithm for today's computed tomography imaging. *Journal of Medical Imaging and Radiation sciences*, 45(2), 131-136.
- Ludwig, M., Chipon, E., Cohen, J., Reymond, E., Medici, M., Cole, A., ... & Ferretti, G. (2019). Detection of pulmonary nodules: a clinical study protocol to compare ultra-low dose chest CT and standard low-dose CT using ASIR-V. *BMJ open*, 9(8), e025661.
- Mathews, J. D., Forsythe, A. V., Brady, Z., Butler, M. W., Goergen, S. K., Byrnes, G. B., ... & Darby, S. C. (2013). Cancer risk in 680 000 people exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence: data linkage study of 11 million Australians. *Bmj*, 346.
- Padole, A., Ali Khawaja, R. D., Kalra, M. K., & Singh, S. (2015). CT radiation dose and iterative reconstruction techniques. *AJR Am J Roentgenol*, 204(4), W384-W392.
- Qiu, D., & Seeram, E. (2016). Does iterative reconstruction improve image quality and reduce dose in computed tomography. *Radiol Open J*, 1(2), 42-54.
- Santema, T. B., Lenselink, E. A., Balm, R., & Ubbink, D. T. (2016). Comparing the Meggitt-Wagner and the University of Texas wound classification systems for diabetic foot ulcers: inter-observer analyses. *International wound journal*, 13(6), 1137-1141.
- Seeram, E. (2019). *Digital Radiography: Physical Principles and Quality Control*. Springer.
- Sianturi, H. A., Rianna, M., Sembiring, T., & Situmorang, M. (2018). Pengukuran dan Analisis Dosis Radiasi Keluaran pada Pesawat Sinar-x yang Berusia Lebih dari 10 Tahun pada Rumah Sakit di Kota Medan. *Jurnal: J. Aceh Phy. Soc*, 7(1), 1-5.
- Verinda, S. B., Anam, C., Wardaya, A. Y., & Pratama, I. B. G. P. (2020, March). The establishment of the national dose reference level (DRL) for head-CT examination in Indonesia. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1505, No. 1, p. 012047). IOP Publishing.
- Indrati, R., & Biyono, A. (2020). Adaptive statistical iterative reconstruction for optimization image quality of Ct scan abdomen. *Jurnal Riset Kesehatan*, 9(1), 61-64.
- Wellenberg, R. H., van Osch, J. A., Boelhouwers, H. J., Edens, M. A., Streekstra, G. J., Ettema, H. B., & Boomsma, M. F. (2019). CT radiation dose reduction in patients with total hip arthroplasties using model-based iterative reconstruction and orthopaedic metal artefact reduction. *Skeletal Radiology*, 48, 1775-1785.
- Snell, R. S. (2011). *Clinical anatomy by regions*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Yasaka, K., Katsura, M., Akahane, M., Sato, J., Matsuda, I., & Ohtomo, K. (2013). Model-based iterative reconstruction for reduction of radiation dose in abdominopelvic CT: comparison to adaptive statistical iterative reconstruction. *Springerplus*, 2(1), 1-9.

## Kualitas Informasi Anatomi Radiograf pada Pemeriksaan Sternum dengan Variasi Penyudutan Arah Sinar

Rizki Saputra<sup>1</sup>, Angga Yosainto Bequet<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Purbalingga, Purbalingga, Indonesia

<sup>2</sup>Poltekkes Kemenkes Semarang, Indonesia

Corresponding Author: Rizki Saputra

e-mail: rizkisap17@gmail.com

### ABSTRACT

**Background:** The sternum's radiographic examination involves the use of Right Anterior Oblique (RAO) and Lateral projections. However, if a patient cannot undergo RAO projection, Left Posterior Oblique (LPO) projection in the supine position and adjusting the central ray angle are alternatives. On another note, deviations from perpendicular alignment among the central ray, image receptor, and object can lead to distortions in shape, impacting image quality. Hence, a study is conducted to investigate the impact of beam angle variations on the quality of anatomical information in sternum radiographs to identify the optimal angle that yields the highest quality anatomical information in sternum radiographs.

**Methods:** This research was quantitative research employing an experimental methodology. Data collection involved employing a single-body phantom, which underwent three exposures at each of the specified angle variations

**Results:** Based on the results of the Kruskal Wallis test, there were significant differences in the quality of radiographic anatomic information ( $p$  value  $< 0.05$ ). The angle with the most optimal quality of radiographic anatomical information was an angle of  $25^\circ$  to the left with a mean rank value of 11.00.

**Conclusions:** There was a significant difference in the quality of radiographic anatomic information ( $p$  value  $< 0.05$ ). The angle with the most optimal quality of radiographic anatomic information was the angle with the highest mean rank value, which was an angle of  $25^\circ$  to the left.

**Keyword:** Image quality; Radiographs; Sternum; Radiographic Angle.

### Pendahuluan

Sternum adalah tulang tipis, pipih, panjang dengan tiga area. Sternum terdiri dari jaringan kanvas yang sangat vaskular yang ditutupi oleh lapisan tipis tulang kompak. Panjang sternum pada orang dewasa sekitar 7 inci (18 cm) (Lampignano & Kendrick, 2018). Posisi os sternum tumpang tindih dengan vertebra thorak, sehingga sedikit informasi diagnostik yang bermanfaat dapat diperoleh dari proyeksi *anteroposterior* dan *posteroanterior*. Untuk itu, memutar tubuh atau memiringkan *central ray* diperlukan agar dapat memisahkan os sternum dari vertebra thorak.

Salah satu pemeriksaan untuk mendiagnosa kelainan pada os sternum adalah pemeriksaan radiografi. Dalam pemeriksaan radiologi tidak semua pasien bisa diposisikan dengan sempurna. Ada pasien yang tidak kooperatif sehingga memerlukan modifikasi teknik pemeriksaan sesuai

dengan kondisi pasien tanpa mengurangi kualitas citra radiograf. Menurut Bushong (2017), kualitas citra yang baik adalah gambar yang mampu memberikan informasi anatomi yang jelas mengenai objek atau organ yang diperiksa. Kualitas citra radiograf tidak dapat diukur secara tepat, terdapat sejumlah faktor yang mempengaruhi kualitas citra radiografi. Menurut Lampignano & Kendrick (2018), kualitas citra radiograf ditentukan berdasarkan empat faktor yaitu, densitas, kontras, resolusi spasial dan distorsi.

Menurut Lampignano & Kendrick (2018), pemeriksaan radiografi pada sternum dilakukan dengan proyeksi *Right Anterior Oblique* (RAO) dan Lateral. Namun dalam teori Lampignano & Kendrick (2018), juga menyebutkan jika kondisi pasien tidak memungkinkan posisi RAO, dapat menggunakan posisi *Left Posterior Oblique* (LPO) dan jika dalam proyeksi LPO pasien tidak dapat dirotasikan, hasil radiograf dapat diperoleh dengan

posisi pasien supine dan menyudutkan arah sinar atau central ray sekitar  $15^{\circ}$  -  $20^{\circ}$  ke arah kiri. Dengan dilakukannya penyudutan central ray, akan menyebabkan *central ray*, objek, dan *image receptor* tidak tegak lurus. Menurut Fauber (2017), distorsi bentuk dipengaruhi oleh *central ray*. Apabila CR tidak tegak lurus dengan *image receptor* dan objek dapat menyebabkan distorsi bentuk pada citra radiograf yang dihasilkan.

## Metode

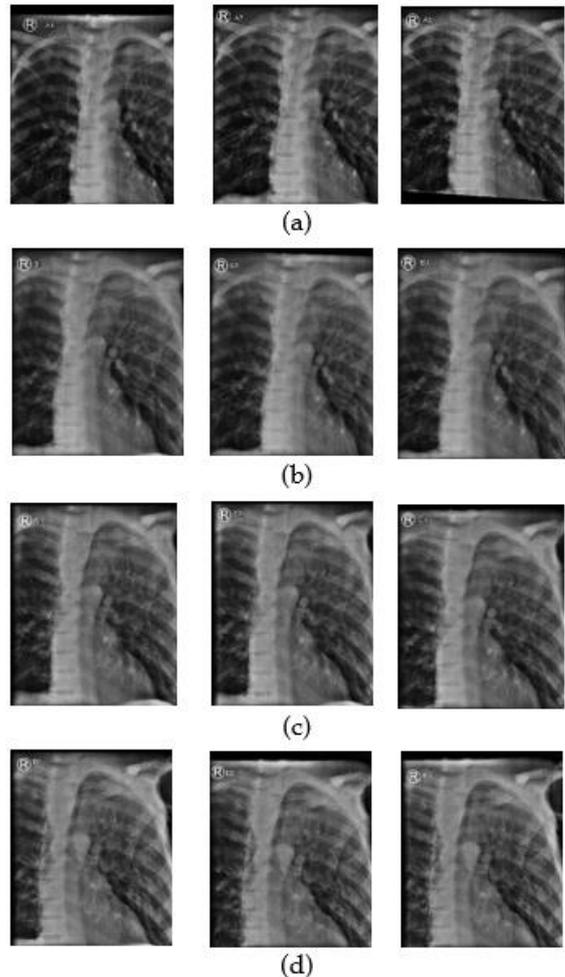
Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimental. Pengambilan data dilakukan menggunakan satu buah *body phantom* yang di *ekspose* sebanyak tiga kali pada setiap variasi sudutnya. Penyudutan yang digunakan adalah  $10^{\circ}$ ,  $15^{\circ}$ ,  $20^{\circ}$ , dan  $25^{\circ}$  ke arah kiri. Untuk mendapatkan data penilaian kualitas informasi anatomi radiograf maka peneliti membuat kuesioner berupa tabel skoring yang di nilai oleh responden. Penilaian terhadap radiograf os sternum dengan variasi penyudutan arah sinar meliputi, struktur dari sternum, ketajaman tepi tulang, tidak superposisi dengan vertebra thorakal, dan tidak ada distorsi pada sternum karena rotasi yang berlebih. Hasil penilaian responden diolah dan dianalisis menggunakan program SPSS uji Kruskal Wallis. Hasil uji statistik menjadi dasar dalam pengambilan keputusan yang merupakan hasil penelitian.

## Hasil dan Pembahasan

Hasil radiograf pada penelitian ini berjumlah 12 radiograf dari pemeriksaan os sternum proyeksi LPO (supine) dengan variasi penyudutan arah sinar  $10^{\circ}$ ,  $15^{\circ}$ ,  $20^{\circ}$ , dan  $25^{\circ}$  ke arah kiri (A, B, C, dan D). Pada setiap variasi penyudutan arah sinar di ekpose sebanyak tiga kali.

Pada radiograf yang dihasilkan dari penyudutan  $10^{\circ}$  dihasilkan gambaran struktur dari sternum dengan kualitas informasi anatomi yang cukup. Menurut Lampignano & Kendrick (2018), gambaran sternum tervisualisasi apabila CR disudutkan 15-20 derajat ke arah kiri. Sehingga gambaran sternum yang dihasilkan dari radiograf penyudutan  $10^{\circ}$  kurang optimal. Ketajaman tepi tulang sternum pada radiograf penyudutan  $10^{\circ}$  dinilai kurang baik. Ketajaman atau *sharpness* gambar pada radiograf penandaan yang tajam pada struktur dari sternum. Radiograf dikatakan memiliki ketajaman yang baik apabila batas antara bayangan satu dengan bayangan lain terlihat jelas. Menurut Lampignano & Kendrick (2018), resolusi spasial mengacu pada ketajaman, kejelasan struktur, dan batas jaringan pada suatu citra radiograf. Resolusi

yang kurang baik disebut *unsharpness* atau blur. Berdasarkan pada radiograf ini gambaran sternum mengalami ketidaktajaman atau *unsharpness* karena tepi dari sternum tidak begitu jelas, sehingga resolusi yang diberikan kurang baik.



**Gambar 1.** Hasil Radiograf Sternum Proyeksi LPO (Supine) (a)  $10^{\circ}$ , (b)  $15^{\circ}$ , (c)  $20^{\circ}$ , (d)  $25^{\circ}$  ke arah kiri

Radiograf penyudutan  $10^{\circ}$  ini anatomi dari sternum dinilai masih tampak superposisi dengan vertebra thorakal, sedangkan menurut Lampignano & Kendrick (2018), kriteria informasi anatomi yang baik dalam pemeriksaan radiografi sternum adalah gambaran sternum tidak superposisi dengan vertebra thorakal. Menurut Fauber (2017), penyudutan dari *central ray* tujuannya untuk mengurangi superposisi objek satu dengan yang lainnya. Sehingga pada radiograf ini penyudutan *central ray* yang digunakan kurang karena pada radiograf ini sternum masih tampak superposisi dengan vertebra thorakal. Pada radiograf ini gambaran sternum mengalami distorsi berupa distorsi bentuk dikarenakan sternum superposisi dengan organ lain sehingga gambaran radiograf tampak mengalami perubahan bentuk.

Pada radiograf yang dihasilkan dari penyudutan 15° gambaran struktur dari sternum dengan kualitas informasi anatomi yang cukup. Menurut Lampignano & Kendrick (2018), gambaran sternum tervisualisasi apabila CR disudutkan 15-20 derajat ke arah kiri. Sehingga gambaran sternum yang dihasilkan dari radiograf penyudutan 15° kurang optimal. Ketajaman tepi tulang sternum pada radiograf penyudutan 15° dinilai tidak optimal. Ketajaman atau sharpness gambar pada radiograf penandaan yang tajam pada struktur dari sternum. Resolusi spasial mengacu pada ketajaman, kejelasan struktur, dan batas jaringan pada suatu citra radiograf. Resolusi yang kurang baik disebut *unsharpness* atau blur. Berdasarkan pada radiograf ini gambaran sternum mengalami ketidaktajaman atau *unsharpness* karena tepi dari sternum tidak begitu jelas, sehingga resolusi yang diberikan kurang baik.

Radiograf penyudutan 15° ini anatomi dari sternum dinilai tampak superposisi dengan vertebra thorakal, sedangkan menurut Lampignano & Kendrick (2018), kriteria informasi anatomi yang baik dalam pemeriksaan radiografi sternum adalah gambaran sternum tidak superposisi dengan vertebra thorakal. Menurut Fauber (2017), penyudutan dari *central ray* tujuannya untuk mengurangi superposisi objek satu dengan yang lainnya. Sehingga pada radiograf ini penyudutan *central ray* yang digunakan kurang karena pada radiograf ini sternum tampak superposisi dengan vertebra thorakal. Pada radiograf ini gambaran sternum mengalami distorsi berupa distorsi bentuk dikarenakan sternum superposisi dengan organ lain sehingga gambaran radiograf tampak mengalami perubahan bentuk.

Pada radiograf yang dihasilkan dari penyudutan 20° dihasilkan gambaran struktur dari sternum dengan kualitas informasi anatomi yang cukup. Menurut Lampignano & Kendrick (2018), gambaran sternum tervisualisasi apabila CR disudutkan 15-20 derajat ke arah kiri. Sehingga gambaran sternum yang dihasilkan dari radiograf penyudutan 20° kurang optimal. Ketajaman tepi tulang sternum pada radiograf penyudutan 20° dinilai baik. Ketajaman atau *sharpness* gambar pada radiograf penandaan yang tajam pada struktur dari sternum. Radiografi dikatakan memiliki ketajaman yang baik apabila batas antara bayangan satu dengan bayangan lain terlihat jelas. Menurut Lampignano & Kendrick (2018), resolusi spasial mengacu pada ketajaman, kejelasan struktur, dan batas jaringan pada suatu citra radiograf. Resolusi yang kurang baik disebut *unsharpness* atau blur. Berdasarkan pada radiograf ini gambaran sternum memiliki

ketajaman yang baik karena tepi dari sternum jelas, sehingga resolusi yang diberikan baik.

Radiograf penyudutan 20° ini anatomi dari sternum dinilai tidak mengalami superposisi dengan vertebra thorakal, hal ini sesuai dengan teori Lampignano & Kendrick (2018), kriteria informasi anatomi yang baik dalam pemeriksaan radiografi sternum adalah gambaran sternum tidak superposisi dengan vertebra thorakal. Menurut Fauber (2017), penyudutan dari *central ray* tujuannya untuk mengurangi superposisi objek satu dengan yang lainnya. Pada radiograf ini penyudutan *central ray* yang digunakan sudah cukup karena pada radiograf ini sternum tidak mengalami superposisi dengan vertebra thorakal, sehingga akan mudah dalam menilai kelainan anatomi dari sternum. Pada radiograf ini gambaran sternum mengalami distorsi berupa distorsi bentuk dikarenakan sternum superposisi dengan organ lain sehingga gambaran radiograf tampak mengalami perubahan bentuk.

Pada radiograf yang dihasilkan dari penyudutan 25° dihasilkan gambaran struktur dari sternum dengan kualitas informasi anatomi yang baik. Menurut Lampignano & Kendrick (2018), gambaran sternum tervisualisasi apabila CR disudutkan 15-20 derajat ke arah kiri. Sehingga gambaran sternum yang dihasilkan dari radiograf penyudutan 25° optimal. Ketajaman tepi tulang sternum pada radiograf penyudutan 25° dinilai baik. Ketajaman atau sharpness gambar pada radiograf penandaan yang tajam pada struktur dari sternum. Radiografi dikatakan memiliki ketajaman yang baik apabila batas antara bayangan satu dengan bayangan lain terlihat jelas. Menurut Lampignano & Kendrick (2018), resolusi spasial mengacu pada ketajaman, kejelasan struktur, dan batas jaringan pada suatu citra radiograf. Resolusi yang kurang baik disebut *unsharpness* atau blur. Berdasarkan pada radiograf ini gambaran sternum memiliki ketajaman yang baik karena tepi dari sternum jelas, sehingga resolusi yang diberikan baik.

Radiograf penyudutan 25° ini anatomi dari sternum dinilai tidak mengalami superposisi dengan vertebra thorakal, sedangkan menurut Lampignano & Kendrick (2018), kriteria informasi anatomi yang baik dalam pemeriksaan radiografi sternum adalah gambaran sternum tidak superposisi dengan vertebra thorakal. Menurut Fauber (2017), penyudutan dari *central ray* tujuannya untuk mengurangi superposisi objek satu dengan yang lainnya. Sehingga pada radiograf ini penyudutan *central ray* yang digunakan sudah cukup karena pada radiograf ini sternum tidak tampak superposisi dengan vertebra thorakal. Pada radiograf ini gambaran sternum dinilai tidak mengalami distorsi.

Hal ini sesuai dengan teori Lampignano & Kendrick (2018), kriteria informasi anatomi yang baik dalam pemeriksaan radiografi sternum adalah gambaran sternum tidak mengalami distorsi karena rotasi yang berlebih. Berdasarkan pada radiograf penyudutan 25° menghasilkan gambaran sternum yang tidak mengalami distorsi karena penyudutan yang digunakan cukup atau tidak berlebih.

Untuk setiap penyudutan dapat dilihat baik atau buruknya kualitas informasi anatomi radiograf os sternum berdasarkan penilaian responden sebagai berikut :

**Tabel 1.** Tabel Skoring Kualitas Informasi Anatomi Radiograf Os Sternum

Informasi Anatomi	10°	15°	20°	25°
Struktur dari sternum	6	6	6	9
Ketajaman tepi tulang	6	3	9	9
Tidak supeposisi dengan vetebra thorakal	6	3	9	9
Tidak ada distorsi pada sternum karena rotasi berlebih	3	6	6	9

Hasil pengujian hipotesis penelitian yang diperoleh dari total keseluruhan kualitas informasi anatomi radiograf dilakukan dengan uji Kruskal Wallis sebagai berikut :

**Tabel 2.** Tabel Hasil Uji Kruskal Wallis

Kualitas Informasi Anatomi Radiograf	p-value	Keterangan
Penyudutan 10, 15, 20, dan 25	0,012	Ada perbedaan

Hasil uji *Kruskal Wallis* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada kualitas informasi anatomi radiograf os sternum dimana nilai *p-value* lebih kecil dari pada 0,05 yaitu 0,012. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima yang artinya terdapat perbedaan kualitas informasi anatomi radiograf pada pemeriksaan os sternum proyeksi LPO (*Supine*) penyudutan 10°, 15°, 20°, dan 25°.

Untuk mengetahui nilai skor tertinggi antara penyudutan arah sinar 10°, 15°, 20°, dan 25° dicari nilai *mean rank* dari uji *Kruskal Wallis* berdasarkan tabel berikut.

**Tabel 3.** Tabel Hasil Uji Kruskal Wallis

Variasi penyudutan	Mean Rank
10°	5,00
15°	2,00
20°	8,00
25°	11,00

Berdasarkan nilai *mean rank* yang diperoleh dari program SPSS dengan menggunakan uji *Kruskal Wallis*, sudut yang dapat menampilkan kualitas informasi anatomi radiograf paling optimal pada pemeriksaan os sternum proyeksi LPO posisi pasien *supine* adalah penyudutan arah sinar 25° ke arah kiri dengan nilai 11,00. Penyudutan 25° ini dianggap baik karena mampu membuat os sternum tidak superposisi dengan vertebra thorakal sehingga tampak keseluruhan struktur dari sternum. Sedangkan pada penyudutan yang lain memungkinkan bagian dari os sternum superposisi dengan vertebra thorakal. sehingga sulit bagi dokter untuk menganalisis kelainan pada os sternum.

Hal ini sesuai dengan literatur (Faubert, 2017) bahwa penyudutan dari CR terkadang diperlukan dalam proyeksi tertentu, tujuannya untuk memanjangkan bagian dari objek sehingga struktur anatomi tertentu dapat tervisualisasikan. Penyudutan dari CR juga dapat mengurangi superposisi dari objek yang akan diperiksa dengan objek lainnya. Selain itu penyudutan 25° sesuai kriteria radiograf sternum menurut Lampignano & Kendrick, (2018) yaitu tidak terdapat distorsi pada os sternum karena rotasi berlebih.

Pada penelitian ini terdapat keterbatasan, yaitu terbatas hanya pada proyeksi LPO dengan variasi penyudutan arah sinar posisi pasien *supine* dan hanya menggunakan satu buah phantom dengan body habitus *sthenic* atau normal sebagai objek penelitian sehingga tidak dapat mewakili *body habitus* pasien secara menyeluruh.

## Simpulan

Berdasarkan Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada kualitas informasi anatomi radiograf (*p value* < 0,05) pada pemeriksaan radiografi sternum proyeksi LPO posisi *supine* dengan variasi penyudutan arah sinar 10°, 15°, 20°, dan 25° ke arah kiri. Sedangkan, penyudutan dengan kualitas informasi anatomi radiograf paling optimal adalah penyudutan dengan nilai *mean rank* tertinggi yaitu penyudutan 25° ke arah kiri.

Peneliti menyarankan penggunaan penyudutan arah sinar 25° ke arah kiri pada pemeriksaan radiografi os sternum proyeksi LPO posisi pasien *supine* dengan penyudutan arah sinar untuk pasien dengan *body habitus* normal dan dilakukan penelitian lanjutan pada pemeriksaan os sternum dengan variasi rotasi posisi tubuh pasien arah sinar tegak lurus.

## Daftar Pustaka

- Bushong, S. C. (2017). *Radiologic Science For Technologists* (Eleventh E). Elsevier Inc.
- Fauber, T. L. (2017). *Radiographic Imaging And Exposure Fifth Edition*. In *Radiographic Imaging and Exposure (5th Editio)*. Elsevier Inc.
- Fitriati, R. (2019). *Analisis Perbedaan Informasi Anatomi Citra Radiografi Cervical pada Posisi Anterior Oblique dan Posterior Oblique*. Poltekkes Kemenkes Semarang.
- Lampignano, J., & Kendrick, L. (2018). *Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy Ninth Edition*. Elseiver.
- Long, B. W., Rollins, J. H., & Smith, B. J. (2016). *Merrill's Atlas Of Radiographic Positioning & Procedures Vol. 1 13 edition*. In *Journal of Lightwave Technology* (Vol. 35, Issue 18). <https://doi.org/10.1109/JLT.2017.2726758>
- Pearce, E. C. (2013). *Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Wibiansyah, M. A. (2014). *Pengaruh Variasi Penyudutan Pada Pemriksaan Pelvis Proyeksi AP Axial Outlet Taylor Method Terhadap Informasi Anatomi*. Poltekkes Kemenkes Semarang.



## Informasi Anatomi Mri Knee Joint Sekuen T2 Space FS dan PD Space FS pada Potongan Sagital Dengan Klinis Ruptur Anterior Cruciate Ligament (ACL)

Arifina Nuridzati<sup>1</sup>, Edy Susanto<sup>2</sup>, Rasyid<sup>3</sup>, Siti Daryati<sup>4</sup>, Ary Kurniawati<sup>5</sup>

<sup>1</sup>RS Manyar Medical Centre Surabaya, Indonesia

<sup>2,3,4,5</sup>Poltekkes Kemenkes Semarang, Indonesia

Corresponding Author: Arifina Nuridzati

e-mail: arifinanrdzt@gmail.com

### ABSTRACT

**Background:** The T2 and PD sequences are the most sensitive sequences in evaluating injury to the ACL and surrounding soft tissue. Based on observations at the Radiology Installation of Dr. Sardjito Hospital Yogyakarta, the anatomical information generated in the MRI knee joint examination of the PD SPACE FS sequence is almost the same as the T2 SPACE FS sequence. The purpose of this study is to determine the differences in anatomical information and optimal sequences on MRI examination of the knee joint sagittal section sequences of PD SPACE FS and T2 SPACE FS in clinical ACL rupture.

**Method:** This research was a quantitative study with an experimental approach, carried out at the Radiology Installation of Dr. Sardjito Hospital Yogyakarta on 10 samples with the application of different sequences for each sample, with the anatomy assessed by the informant namely ACL, meniscus, articular cartilage, and bone marrow. Further data analysis was carried out using the Wilcoxon test.

**Result:** There was a difference in anatomical information between PD SPACE FS sequences and T2 SPACE FS sequences on MRI examination of the sagittal knee joint with clinical ACL rupture, with the  $p$ -value of the Wilcoxon test 0.001 or  $p$ -value < 0.05. This was due to differences in the use of TR and TE parameters in each sequence. The PD SPACE FS sequence was more optimal in visualizing anatomical information than the T2 SPACE FS sequence with an anatomical mean rank of meniscus 3.50, articular cartilage 3.50, and bone marrow 5.50, whereas in ACL anatomy the mean rank value was the same between the two sequences, which is 2.00.

**Conclusion:** It was because the PD SPACE FS sequence had a more heterogeneous contrast difference than the T2 SPACE FS sequence so each anatomy could be well evaluated in the PD SPACE FS sequence.

**Keyword:** MRI Knee Joint; PD SPACE FS; ruptur ACL; T2 SPACE FS

### Pendahuluan

Magnetic Resonance Imaging (MRI) merupakan salah satu modalitas imejing diagnostik dalam bidang kesehatan yang memanfaatkan medan magnet eksternal dan atom hidrogen yang ada di dalam tubuh manusia. Hasil dari pemeriksaan MRI dapat dievaluasi dari berbagai macam penampang, baik secara *axial*, *sagital*, *coronal*, bahkan *oblique* (Westbrook, 2019). MRI telah menjadi modalitas pilihan dalam menunjukkan patologi dan manajemen pengobatan pasien pada pencitraan *knee joint* (Nacey et al., 2017). Penggunaan MR imaging mampu menghasilkan resolusi spasial yang tinggi serta kontras jaringan yang sangat baik seperti pada *meniscus*, *ligament*, *cartilage*, *bone marrow*, dan struktur lain pada *knee joint* (Hash, 2013).

*Knee joint* merupakan persendian kompleks yang melibatkan sendi *femorotibial joint* dan *patelofemoral joint* dimana patella berartikulasi dengan *anterior surface* dari femur distal (Lampignano et al, 2018). Artikulasi pada knee joint terjadi antara femoral condyles dan tibial plateau. Salah satu ligamen *knee joint* yang sering mengalami gangguan yaitu ACL (*Anterior Cruciate Ligament*), dimana wanita memiliki probabilitas delapan kali lebih tinggi mengalami cedera ACL dibandingkan dengan laki-laki. Menurut Mankad et al (2011), MRI *knee joint* memiliki sensitivitas dan spesifisitas yang sangat tinggi mencapai 90-95% dalam deteksi meniscal tears dan hampir 100% dalam deteksi cedera ACL. Agar menghasilkan suatu citra dengan pembobotan tertentu sesuai dengan klinis yang ada pada pemeriksaan MRI *knee*

*joint*, maka diperlukan pemilihan sekuen dan pengaturan parameter citra dalam pemeriksaan MRI, sehingga anatomi dan patologi dapat dievaluasi secara detail.

Potongan sagital pada pemeriksaan MRI *knee joint* dapat menghasilkan citra yang mencakup keseluruhan anatomi *knee joint*, dari *superior patela* hingga *inferior tibial tuberosity* (Westbrook, 2014). Menurut Mankad *et al* (2011), evaluasi struktur ACL paling optimal adalah melalui potongan sagital. Salah satu tanda terjadinya ruptur ACL pada hasil pemeriksaan MRI *knee joint* yaitu *discontinuitas* serat, yang mana paling baik divisualisasikan pada potongan sagital dan axial, namun dalam menginterpretasi citra MRI *knee joint* dengan patologi ruptur ACL, penting untuk dilakukan evaluasi melalui berbagai potongan, termasuk potongan *coronal*, bahkan *oblique* (Nacey *et al.*, 2017).

Penggunaan 3D sekuen dengan *isotropic voxel* seperti SPACE (*Sampling Perfection With Application Optimized Contrasts Using Varying Flip Angle Evolution*) sangat membantu dalam menghasilkan citra dengan resolusi yang tinggi, potongan yang lebih tipis, serta dapat dilakukan rekonstruksi multiplanar menjadi berbagai potongan sehingga memungkinkan satu kali akuisisi sekuen 3D berpotensi untuk mengganti beberapa scanning dengan citra 2D (Nacey *et al.*, 2017). Pencitraan 3D *isotropic* dapat dilakukan pada MRI 1.5T, akan tetapi peningkatan SNR dengan menggunakan MRI 3T akan memungkinkan visualisasi yang lebih baik pada citra hasil reformat sekuen 3D (Shapiro *et al.*, 2010). MRI dengan kuat medan 3T berguna untuk mengevaluasi anatomi dan patologi pada *knee joint*, beberapa penelitian telah mengkonfirmasi bahwa MRI 3T dapat menghasilkan kontras yang baik antara *fat*, *muscle*, *bone*, *hyaline cartilage*, *fibrocartilage* dan juga cairan (Shapiro *et al.*, 2010).

Menurut (Nacey *et al.*, 2017), sekuen rutin pada pemeriksaan MRI *knee joint* yaitu sagital FSE PD, sagital FSE PD FS (*Fat saturation*), Coronal FSE PD, coronal FSE T2 *fat saturation*, dan axial FSE T2 *fat saturation*, akan tetapi pada penggunaan MRI 3T protokol pencitraan harus disesuaikan dengan kuat medan magnet yang digunakan agar tidak mengakibatkan *poor image* atau waktu pencitraan yang lama. Pembobotan Proton Density (PD) digunakan terutama untuk mengevaluasi meniscus karena sensitivitasnya yang tinggi dalam mendeteksi sinyal *fibrocartilage*, sedangkan untuk mendeteksi cedera akut dengan visualisasi *bone marrow* dan edema dari jaringan lunak, digunakan sekuen yang sensitif terhadap cairan (seperti T2 *fat saturation* atau *Inversion Recovery*) (Hash, 2013).

Sekuen T2 dan PD adalah sekuen yang paling sensitif dalam mengevaluasi cedera pada ACL dan jaringan lunak di sekitarnya, sedangkan sekuen T1 dan GRE (Gradient Echo) sangat berguna dalam mengevaluasi cedera tambahan pada tulang dan cartilage (Mankad, 2011). Sedangkan menurut Altahawi *et al* (2021), pembobotan PD optimal untuk mengevaluasi meniscus dan cartilage, pembobotan T2 untuk mengevaluasi tendon dan ligamen, dan pembobotan T1 untuk evaluasi *bone marrow*.

Dalam memvisualisasikan cedera meniscus, ligament, dan cartilage, teknik *fat suppression* memiliki peranan yang penting untuk menghasilkan citra MRI *knee joint* dengan detail yang tinggi, hal ini dikarenakan teknik *fat suppression* dapat menghilangkan sinyal lemak tanpa mempengaruhi sinyal air, sehingga mampu meningkatkan kontras jaringan dan visibilitas lesi (Grande *et al.*, 2014). Penggunaan teknik *fat suppression* pada protokol 2D berfungsi untuk meningkatkan visualisasi edema, sedangkan untuk meningkatkan detail anatomi dapat digunakan sekuen tanpa penggunaan teknik *fat suppression* (Altahawi *et al.*, 2021). Teknik *fat suppression* juga digunakan pada protokol 3D, seperti pada 3D FSE *isotropic* dengan pembobotan *fluid-sensitive (T2-weighted)* yang memungkinkan dalam visualisasi citra dengan resolusi yang tinggi sehingga baik untuk mengevaluasi saraf di sekitar lutut (Altahawi *et al.*, 2021). 3D FSE / 3D TSE yang telah tersedia di berbagai vendor, antara lain yaitu CUBE (GE Healthcare), SPACE (*Sampling Perfection with Application optimized Contrast by using different flip angle Evolution*; Siemens Healthcare), dan VISTA (*Volumetric Isotropic TSE Acquisition*; Phillips Healthcare) (Mugler, 2014).

Berdasarkan studi pendahuluan di Instalasi Radiologi RSUP Dr Sardjito Yogyakarta, protokol rutin yang digunakan pada MRI 3T dengan pemeriksaan *knee joint* di RSUP Dr Sardjito Yogyakarta yaitu sekuen sagital PD SPACE FS (PD SPACE *Fat Sat*), sagital T1 SPACE, sagital PD SPACE, dan sagital T2 SPACE FS (T2 SPACE *Fat Sat*). Menurut informasi dari praktisi dan hasil observasi yang telah penulis lakukan selama studi pendahuluan di Instalasi Radiologi RSUP Dr Sardjito Yogyakarta, intensitas kontras pada sekuen PD SPACE FS memiliki informasi anatomi yang hampir sama bahkan mirip dengan sekuen T2 SPACE FS. Berdasarkan latar belakang di atas, penulis tertarik untuk mengkaji dan meneliti lebih lanjut terkait informasi anatomi MRI *knee joint* potongan sagital antara sekuen PD SPACE FS dan T2 SPACE FS khususnya pada klinis ruptur ACL, yang tertuang dalam skripsi dengan judul “Analisis

Perbedaan Informasi Anatomi MRI Knee joint Sekuen T2 SPACE FS Dan PD SPACE FS Pada Potongan Sagital Dengan Klinis Ruptur Anterior Cruciate Ligament (ACL)”.

## Metode

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimental untuk mengetahui perbedaan informasi anatomi pada pemeriksaan MRI knee joint sekuen T2 SPACE FS dan PD SPACE FS pada potongan sagital dengan klinis ruptur ACL. Penelitian ini dilakukan terhadap 10 sampel yang terdiri dari 6 volunter sehat dan 4 pasien dengan klinis ruptur ACL. Subyek dalam penelitian ini adalah citra MRI *knee joint* sekuen T2 SPACE FS dan PD SPACE FS pada potongan sagital dengan klinis ruptur ACL. Informan dalam penelitian ini adalah dokter spesialis radiologi yang berkompeten dan memiliki pengalaman lebih dari tiga tahun memberikan ekspertise MRI sekaligus bertindak sebagai observer untuk menilai informasi anatomi hasil pemeriksaan MRI knee joint. Instrumen yang digunakan yaitu form kuisisioner dengan alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pesawat MRI SIEMENS MAGNETOM SKYRA 3T. Objek yang dinilai antara lain: anatomi meniscus, ACL, articular cartilage, dan bone marro. Hasil penilaian yang telah dilakukan oleh observer pada form kuisisioner selanjutnya dilakukan analisis data dengan menggunakan uji cohen’s kappa untuk mengetahui kesepakatan antar responden dan uji wilcoxon untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan informasi anatomi pada pemeriksaan MRI knee joint sekuen T2 SPACE FS dan PD SPACE FS pada potongan sagital dengan klinis ruptur ACL.

## Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilakukan terhadap 10 sampel, yang terdiri dari 4 pasien dan 6 volunter dengan jenis kelamin laki-laki dan perempuan pada pemeriksaan MRI knee joint potongan sagital dengan distribusi karakteristik sampel sebagai berikut :

**Tabel 1.** Distribusi Sampel Berdasarkan Jenis Kelamin

Jenis Kelamin	Jumlah	Persentase
Laki-Laki	5	50%
Perempuan	5	50%

**Tabel 2.** Distribusi Sampel Berdasarkan Umur

Umur (Tahun)	Jumlah	Persentase
21-30	8	80%
31-40	-	-
41-50	1	10%
51-60	1	10%
TOTAL	10	100%

**Tabel 3.** Distribusi Sampel Berdasarkan IMT (Indeks Massa Tubuh)

IMT	Keterangan	Σ	%
<18.5	Kurang	0	0
18.5 – 22.9	Normal	8	80
23 – 29.9	Berlebih	2	20
>30	Obesitas	0	0
Total		10	100%

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan tiga informan yang bertindak sebagai observer untuk menilai informasi anatomi hasil pemeriksaan MRI *knee joint*, yang mana informan merupakan dokter spesialis radiologi.

**Tabel 4.** Karakteristik Informan Penelitian

Informan	Lama Bekerja (Tahun)
1	6
2	5
3	3.5

Penelitian ini menggunakan parameter yang terkontrol antara kedua sekuen, sebagaimana terlihat dalam tabel berikut :

**Tabel 5.** Parameter Penelitian

Parameter	PD SPACE FS (ms)	T2 SPACE FS (ms)
TR	900	1000
TE	28	110
FOV	160	160
Voxel	0.5×0.5×0.5	0.5 × 0.5× 0.5
Slice Thickness	0.5	0.5
NEX	1	1

Dari hasil penilaian informasi anatomi oleh informan, kemudian dilakukan uji reliabilitas atau uji kesepakatan Cohen’s Kappa yang tersaji dalam tabel berikut:

**Tabel 6.** Hasil Uji Reliabilitas Cohen’s Kappa

Informan	Nilai Kappa	Keterangan
I 1 dan I 2	0.7	Kesepakatan Baik
I 1 dan I 3	0.08	Kesepakatan Buruk
I 2 dan I 3	0.1	Kesepakatan Buruk

Anaalisis data selanjutnya yaitu dilakukan pengolahan data uji Wilcoxon untuk mengetahui perbedaan informasi anatomi antara sekuen T2 SPACE FS dan PD SPACE FS.

**Tabel 1.** Hasil Distribusi Observasi Informasi Anatomi ACL

Penilaian	PD SPACE FS		T2 SPACE FS	
	$\Sigma$	%	$\Sigma$	%
	Tidak Jelas	1	10	2
Cukup Jelas	6	60	3	30
Jelas	3	30	5	50
Total	10	100	10	100

**Tabel 2.** Hasil Distribusi Observasi Informasi Anatomi Meniscus

Penilaian	PD SPACE FS		T2 SPACE FS	
	$\Sigma$	%	$\Sigma$	%
	Tidak Jelas	-	-	1
Cukup Jelas	3	30	7	70
Jelas	7	70	2	20
Total	10	100	10	100

**Tabel 3.** Hasil Distribusi Observasi Informasi Anatomi Articular Cartilage

Penilaian	PD SPACE FS		T2 SPACE FS	
	$\Sigma$	%	$\Sigma$	%
	Tidak Jelas	-	-	1
Cukup Jelas	2	20	6	60
Jelas	8	80	3	30
Total	10	100	10	100

**Tabel 4** Hasil Distribusi Observasi Informasi Anatomi Bone Marrow

Penilaian	PD SPACE FS		T2 SPACE FS	
	$\Sigma$	%	$\Sigma$	%
	Tidak Jelas	-	-	-
Cukup Jelas	-	-	-	-
Jelas	10	100	10	100
Jumlah	10	100	10	100

**Tabel 5.** Hasil Distribusi Observasi Keseluruhan Informasi Anatomi

Penilaian	PD SPACE FS		T2 SPACE FS	
	$\Sigma$	%	$\Sigma$	%
	Tidak Jelas	1	2.5	4
Cukup Jelas	11	27.5	26	65
Jelas	28	70	10	25
Total	40	100	40	100

Untuk dapat mengetahui perbedaan informasi anatomi antara sekuen PD SPACE FS dan sekuen T2 SPACE FS pada pemeriksaan MRI *knee joint* potongan sagital dengan klinis ruptur ACL, maka dilakukan uji Wilcoxon, dengan hasil pengujian sebagai berikut.

**Tabel 6.** Hasil Uji Wilcoxon Perbedaan Informasi Keseluruhan Anatomi

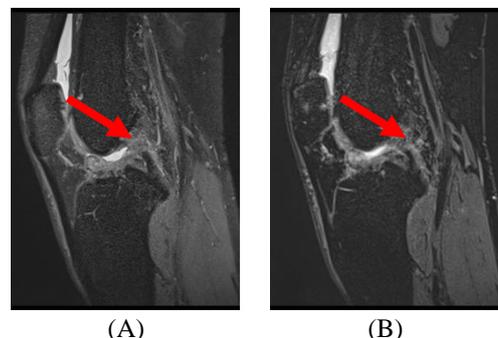
Sekuen	$p$ -value	Keterangan
T2 SPACE FS-PD SPACE FS	0.001	Ada Perbedaan

Berdasarkan tabel 12, hasil uji keseluruhan informasi anatomi, didapatkan nilai  $p$ -value 0.001 ( $p < 0.05$ ) yang artinya ada perbedaan informasi anatomi antara sekuen PD SPACE FS dan sekuen T2 SPACE FS pada pemeriksaan MRI *knee joint* potongan sagital dengan klinis ruptur ACL.

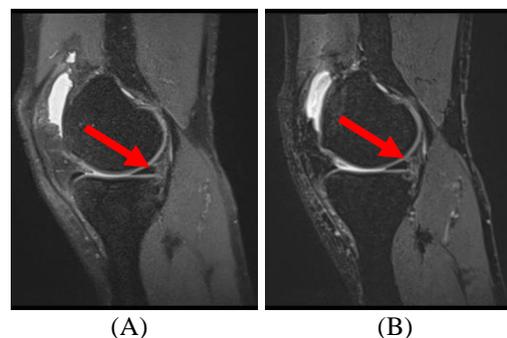
**Tabel 7.** Hasil Uji Wilcoxon Perbedaan Masing-Masing Informasi Anatomi

Anatomi	$p$ -value	Keterangan
ACL	0.564	Tidak Ada Perbedaan
Meniscus	0.014	Ada Perbedaan
Articular Cartilage	0.014	Ada Perbedaan
Bone Marrow	0.002	Ada Perbedaan

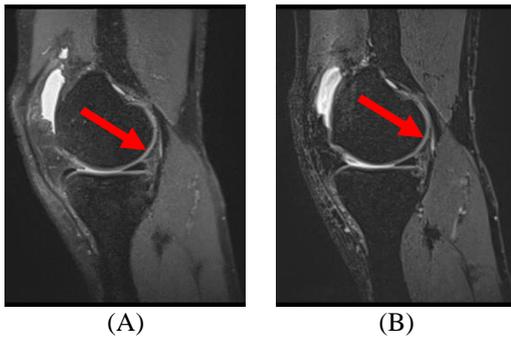
Hasil citra MRI *knee joint* sekuen T2 SPACE FS dan PD SPACE FS :



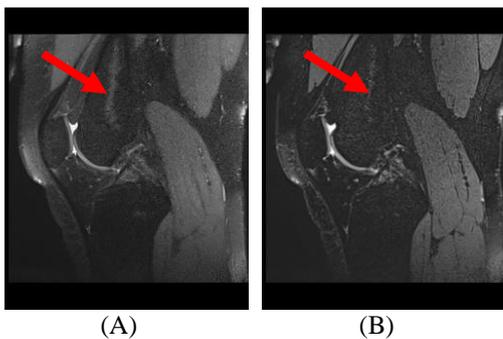
**Gambar 1.** Hasil Citra MRI *knee joint* sekuen PD SPACE FS (A) dan T2 SPACE FS (B), anatomi ACL (panah merah).



**Gambar 2.** Hasil Citra MRI *knee joint* sekuen PD SPACE FS (A) dan T2 SPACE FS (B), anatomi meniscus medial (panah merah).



**Gambar 3.** Hasil Citra MRI knee joint sekuen PD SPACE FS (A) dan T2 SPACE FS (B), anatomi articular cartilage (panah merah).



**Gambar 4** Hasil Citra MRI knee joint sekuen PD SPACE FS (A) dan T2 SPACE FS (B), anatomi bone marrow (panah merah)

Untuk dapat mengetahui sekuen yang lebih baik dalam memvisualisasikan informasi anatomi MRI *knee joint* antara sekuen PD SPACE FS dan T2 SPACE FS potongan sagital dengan klinis ruptur ACL, maka dapat dilihat dari nilai *mean rank* hasil uji Wilcoxon antara kedua sekuen. Semakin tinggi nilai *mean rank* sekuen tersebut, maka semakin baik pula suatu sekuen dalam memvisualisasikan informasi anatomi.

**Tabel 8.** Hasil Mean Rank Uji Wilcoxon Antara Sekuen PD SPACE FS dan Sekuen T2 SPACE FS

Anatomi	Mean Rank	
	PD SPACE FS	T2 SPACE FS
ACL	2.00	2.00
Meniscus	3.50	0.00
Articular Cartilage	3.50	0.00
Bone Marrow	5.50	0.00

Berdasarkan tabel 14, hasil nilai *mean rank* uji Wilcoxon menunjukkan bahwa sekuen PD SPACE FS lebih unggul dalam memvisualisasikan anatomi *meniscus*, *articular cartilage*, dan *bone marrow*, sedangkan pada anatomi ACL, sekuen PD SPACE FS dan T2 SPACE FS memiliki nilai *mean rank* yang sama sebesar 2.00.

Berdasarkan hasil uji Wilcoxon keseluruhan informasi anatomi diperoleh hasil *mean rank* yaitu sebagaimana terlihat pada tabel 15 berikut:

**Tabel 9** Hasil Mean Rank Keseluruhan Uji Wilcoxon

Sekuen	Mean Rank
PD SPACE FS	13.00
T2 SPACE FS	13.00

Berdasarkan tabel 15 di atas, diperoleh nilai *mean rank* keseluruhan anatomi yang sama antara sekuen PD SPACE FS dan T2 SPACE FS pada kasus ruptur ACL.

Berdasarkan hasil uji statistik non parametrik dengan menggunakan uji Wilcoxon, diperoleh nilai  $\rho$ -value keseluruhan anatomi yaitu 0.001 atau  $\rho < 0.05$ . Hasil tersebut menunjukkan bahwa  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima, artinya ada perbedaan informasi anatomi antara sekuen PD SPACE FS dan sekuen T2 SPACE FS pada pemeriksaan MRI knee joint potongan sagital dengan klinis ruptur ACL. Apabila ditinjau dari masing-masing informasi anatomi, anatomi ACL memiliki nilai  $\rho$ -value yaitu 0.564, meniscus memiliki nilai  $\rho$ -value yaitu 0.014, articular cartilage memiliki nilai  $\rho$ -value yaitu 0.014, dan bone marrow memiliki nilai  $\rho$ -value 0.002. Dari ke-empat informasi anatomi yang dinilai oleh informan, hanya ada satu anatomi yang tidak memiliki perbedaan antara sekuen T2 SPACE FS dan PD SPACE FS, yaitu anatomi ACL dengan nilai  $\rho$ -value 0.564 atau  $\rho > 0.05$ , sedangkan anatomi meniscus, articular cartilage, dan bone marrow memiliki  $\rho$ -value  $< 0.05$ , yang artinya terdapat perbedaan informasi anatomi yang dihasilkan antara sekuen T2 SPACE FS dan PD SPACE FS.

Menurut peneliti, adanya perbedaan informasi anatomi yang dihasilkan antara sekuen T2 SPACE FS dan PD SPACE ini dikarenakan adanya perbedaan waktu T1 recovery dan T2 decay dari masing-masing jaringan pada anatomi penyusun knee joint. Agar didapatkan perbedaan waktu recovery dan decay antar jaringan, maka harus dihasilkan suatu resonansi. Resonansi dapat terjadi apabila objek diberikan vibrasi berupa sinyal RF (radiofrekuensi) yang sama dengan frekuensi larmor proton atom hydrogen. Ketika proton atom hydrogen diberikan sinyal RF, maka terjadilah eksitasi yang mana NMV (Nett Magnetization Vector) proton atom hydrogen akan bergerak dari

bidang longitudinal (z) ke bidang transversal (xy) atau sering disebut dengan flip angle. Ketika proton atom hydrogen sudah tidak diberi sinyal RF (RF off), maka akan terjadi peristiwa relaksasi, dimana NMV dari bidang transversal akan kembali ke bidang longitudinal (sejajar dengan medan magnet eksternal/B0). Relaksasi merupakan peristiwa lepasnya seluruh energi yang diserap dan kembali lagi ke B0 (Westbrook, 2019). Pada saat terjadi relaksasi, maka terdapat dua peristiwa yang terjadi yaitu T1 recovery dan T2 decay. Relaksasi akan menghasilkan recovery di bidang longitudinal (T1 Recovery) dan decay di bidang transversal (T2 Decay) (Westbrook, 2019)). T1 recovery adalah waktu yang diperlukan untuk kembalinya 63% magnetisasi longitudinal, dengan kontras jaringan akan tampak hyperintens dan cairan tampak hypointens, sedangkan T2 decay adalah waktu yang diperlukan untuk magnetisasi transversal meluruh hingga 37% dari nilai awal, jaringan akan tampak hypointens, sedangkan cairan akan tampak hyperintens (Westbrook, 2019). Proses kembalinya NMV dari posisi transversal ke longitudinal bergantung pada karakteristik dari masing-masing jaringan, sehingga dengan adanya perbedaan kecepatan ketika recovery maupun decay ini maka dihasilkanlah kontras yang berbeda-beda pada masing-masing jaringan.

Selain perbedaan faktor waktu T1 dan T2 dari masing-masing jaringan, TR dan TE juga berpengaruh dalam menampilkan perbedaan kontras dari hasil citra MRI. Jika ingin dihasilkan kontras citra dengan pembobotan T1 maka harus digunakan TR dan TE yang pendek, pembobotan T2 digunakan TR dan TE yang panjang, sedangkan pada pembonotan Proton Density digunakan TR panjang dan TE pendek. Dalam penelitian ini, sekuen T2 SPACE FS menggunakan TR dan TE yang panjang, yaitu 1000 ms dan 110 ms. Kontras gambar T2 ditentukan oleh TE, karena dengan TE yang panjang maka setiap jaringan akan memiliki waktu untuk decay, sedangkan jika TE pendek maka hanya sedikit yang mengalami dephasing sehingga tidak menghasilkan gambaran yang menunjukkan perbedaan waktu T2 decay. Sedangkan pada sekuen PD SPACE FS digunakan TR yang panjang dan TE yang pendek, yaitu 900 ms dan 28 ms. Hal ini dikarenakan untuk dapat menghasilkan kontras

berdasarkan densitas proton dari setiap jaringan, maka faktor-faktor pembentuk T1 dan T2 harus dihilangkan. TR harus dibuat panjang untuk menghilangkan efek T1 dan TE harus dibuat pendek untuk menghilangkan efek T2. Karena TR yang panjang akan memungkinkan lemak dan air untuk sepenuhnya kembali ke magnetisasi longitudinal, sedangkan dengan TE yang pendek maka tidak akan memberi waktu bagi lemak dan air untuk decay. Atas dasar itulah, maka sekuen T2 SPACE FS dan PD SPACE FS menghasilkan intensitas kontras yang berbeda pada objek yang sama, sehingga dihasilkan informasi anatomi yang berbeda pula pada masing-masing sekuen. Pendapat ini didukung oleh penelitian Shapiro et al (2010), yang menyatakan bahwa kontras jaringan pada MRI ditentukan oleh beberapa variabel, antara lain TR dan TE yang dipilih, waktu relaksasi T1 dan T2 jaringan dan penggunaan fat saturation.

Berdasarkan uji Wilcoxon masing-masing informasi anatomi, diperoleh nilai mean rank yaitu sebagai berikut.

#### 1. Meniscus

Menurut penulis, anatomi meniscus tervisualisasi dengan sinyal yang hipointens antara kedua sekuen dengan bentuk menyerupai segitiga. Hal ini dikarenakan anatomi meniscus memiliki T2 time yang pendek sehingga jaringan mampu mengalami decay dan tervisualisasi hipointens. Menurut Nacey et al (2017) struktur seperti meniscus, ligament, tendon dan cortical bone pada knee joint menunjukkan sinyal hipointens pada citra dengan pembobotan T1 dan T2. Pernyataan ini juga didukung oleh pendapat Hegazi & Wu (2020), yang menyatakan bahwa meniscus yang normal akan tampak hipointens pada semua pulse sekuen dan memiliki bentuk yang triangular.

Berdasarkan hasil uji Wilcoxon, anatomi meniscus dengan penggunaan sekuen PD SPACE FS lebih superior dalam memvisualisasikan anatomi meniscus dengan nilai mean rank 3.50 dibandingkan dengan sekuen T2 SPACE FS. Hasil dari penelitian ini sejalan dengan pendapat Hash (2013) yang menyatakan bahwa penggunaan sekuen dengan short time echo sequence (seperti PD dan T1-

weighted) sangat sensitif dalam deteksi struktur fibrocartilage/ tulang rawan, seperti meniscus.

## 2. Articular Cartilage

Berdasarkan hasil uji statistik non parametrik Wilcoxon, diperoleh nilai mean rank anatomi articular cartilage pada sekuen PD SPACE FS 3.50 lebih superior dibandingkan dengan sekuen T2 SPACE FS. Magnetic Resonance Imaging (MRI) telah dianggap sebagai teknik gold standard yang digunakan dalam evaluasi dan monitoring patologi pada cartilage dan efek pharmacological, serta terapi post surgical (Abdulaal et al., 2017). Menurut penulis, anatomi articular cartilage tervisualisasi dengan sinyal hipointens pada sekuen PD SPACE FS dengan batas-batas yang masih dapat diidentifikasi dan dapat memvisualisasikan sinyal hiperintens dari cairan sendi, sedangkan pada sekuen T2 SPACE FS sinyal pada anatomi articular cartilage cenderung homogen dengan epifisis knee joint sehingga batas-batas dari anatomi articular cartilage kurang dapat diidentifikasi. Hasil dari penelitian ini sejalan dengan pendapat Nacey et al (2017), teknik akuisisi 3D FSE seperti SPACE dapat digunakan untuk memperoleh variabel kontras yang sangat membantu dalam evaluasi cartilage dengan penggunaan sekuen PD fat saturated. Hal ini dikarenakan dengan pembobotan Proton Density dimungkinkan terjadi peningkatan nilai SNR, karena penggunaan parameter TR yang panjang dan TE yang pendek, sehingga baik dalam mengevaluasi struktur anatomi dengan lebih detail. Pernyataan ini didukung oleh pendapat Yao et al (2007), yang menyatakan bahwa pembobotan proton density memberikan keuntungan karakteristik SNR yang baik, menghasilkan citra dengan resolusi yang tinggi sehingga memungkinkan untuk evaluasi bagian tubuh yang kecil.

## 3. Bone Marrow

Berdasarkan hasil uji Wilcoxon, diperoleh hasil mean rank anatomi bone marrow pada sekuen PD SPACE FS yaitu sebesar 5.50, lebih superior dibandingkan dengan sekuen T2 SPACE FS. Tujuan dari digunakannya teknik

fat saturation yaitu untuk mensuppress lemak sehingga anatomi lemak akan tervisualisasi sebagai sinyal yang hipointens.

Dalam penelitian ini, anatomi bone marrow tampak sinyal hiperintens pada kedua pembobotan. Hal ini dikarenakan bone marrow tidak hanya tersusun atas jaringan lemak saja namun juga terdapat jaringan hematopoietic (stem cell) yang merupakan sel-sel dalam bone marrow yang memproduksi eritrosit, leukosit, dan trombosit (Travlos, 2006). Karena lemak memiliki waktu T2 decay yang pendek, oleh karenanya pada pembobotan T2, lemak memiliki sinyal yang hipointens, sedangkan pada pembobotan PD karena digunakan TR yang panjang maka akan memungkinkan lemak dan air untuk sepenuhnya kembali ke magnetisasi longitudinal, sedangkan dengan TE yang pendek maka tidak akan memberi waktu bagi lemak dan air untuk decay, sehingga antara kedua pembobotan ini, jaringan lemak relatif hiperintens dan lebih terlihat pada sekuen PD SPACE FS dibandingkan dengan pembobotan T2 SPACE FS.

## 4. ACL (Anterior Cruciate Ligament)

Berdasarkan hasil uji Wilcoxon, anatomi ACL memiliki nilai mean rank yang sama sekuen T2 SPACE FS dan PD SPACE yaitu 3.50. Menurut penulis, pada hasil penelitian ini anatomi ACL sama-sama tampak hipointens pada kedua sekuen, sehingga mampu menghasilkan informasi anatomi ACL yang sama pula antara kedua sekuen T2 SPACE FS dan PD SPACE FS. Hasil dari penelitian ini sejalan dengan pendapat Wu et al (2012), yang mengatakan bahwa sekuen T2 FS dan PD FS memiliki keunggulan pada pemeriksaan MRI knee joint, karena dapat mendeteksi adanya fraktur okultisme ekstremitas, terutama bone contusion, ligamen, tendon, dan cidera meniscus..

Sekuen yang lebih optimal dalam menampilkan informasi anatomi MRI knee joint potongan sagital antara sekuen T2 SPACE FS dan PD SPACE FS dengan klinis ruptur Anterior Cruciate Ligament (ACL).

Berdasarkan nilai mean rank keseluruhan anatomi dengan uji Wilcoxon, diperoleh hasil yang sama antara sekuen T2 SPACE FS dan PD SPACE FS yaitu 13.00. Akan tetapi, hasil mean rank keseluruhan informasi anatomi tersebut tidak sinkron dengan hasil mean rank masing-masing informasi anatomi, sehingga untuk menentukan sekuen yang lebih optimal agar tidak terjadi bias dalam hasil penelitian ini, penulis merujuk pada hasil nilai mean rank masing-masing informasi anatomi pada tabel 14 serta hasil distribusi frekuensi keseluruhan anatomi pada tabel 11.

Berdasarkan hasil distribusi observasi keseluruhan informasi anatomi MRI knee joint irisan sagital pada tabel 11, sekuen PD SPACE FS memiliki prosentase penilaian tidak jelas 2.5%, cukup jelas 27.5%, dan anatomi yang jelas sebesar 70%, sedangkan sekuen T2 SPACE FS memiliki prosentase tidak jelas sebesar 10%, cukup jelas 65%, dan jelas sebesar 25%, sedangkan pada tabel 15 mean rank masing-masing informasi anatomi, sekuen PD SPACE FS lebih unggul dalam memvisualisasikan anatomi meniscus, articular cartilage, dan bone marrow, sedangkan pada anatomi ACL, sekuen PD SPACE FS dan T2 SPACE FS memiliki nilai mean rank yang sama sebesar 2.00.

Menurut penulis, sekuen PD SPACE FS memiliki perbedaan kontras yang lebih heterogen daripada kontras citra dengan sekuen T2 SPACE FS. Hal ini dapat terjadi karena pada pembobotan T2 SPACE FS, digunakan nilai TE yang panjang sehingga setiap jaringan akan memiliki waktu untuk decay. Waktu T2 decay lemak lebih pendek daripada air, sehingga komponen transverse magnetisasi lemak akan mengalami decay lebih cepat daripada air, sehingga pada pembobotan T2 air akan tampak hiperintens dan lemak akan relatif hipointens. Lemak yang sudah hipointens tersebut kemudian kembali tersuppress dengan digunakannya teknik fat suppression, sehingga akan tampak lebih hipointens. Berdasarkan pengamatan penulis terhadap hasil gambar, sekuen T2 SPACE FS menampakkan sinyal yang hipointens pada

anatomi meniscus dan ligament. Hal ini didukung oleh pendapat Nacey et al (2017), yang menyatakan bahwa struktur seperti meniscus, ligamen, tendon, dan cortical bone pada knee joint semuanya menunjukkan sinyal yang hipointens pada gambar dengan pembobotan T1 dan T2, karena waktu T2 relaksasi jaringan lebih pendek daripada TE terpendek yang bisa digunakan. Sedangkan pada sekuen PD SPACE FS, gambaran lemak relatif lebih keabu-abuan, lebih hiperintens daripada anatomi ligament, namun lebih hipointens daripada kontras cairan, sehingga setiap anatomi mampu dievaluasi dengan baik pada sekuen PD SPACE FS. Sehingga, sekuen PD SPACE FS lebih optimal dalam menampilkan informasi anatomi MRI knee joint potongan sagital dengan klinis ruptur Anterior Cruciate Ligament (ACL) dibandingkan dengan sekuen T2 SPACE FS.

### **Simpulan**

Berdasarkan hasil penelitian perbandingan informasi anatomi MRI knee joint sekuen T2 SPACE FS dan PD SPACE FS pada kasus ruptur ACL dengan potongan sagital, didapatkan kesimpulan bahwa ada perbedaan informasi anatomi antara sekuen PD SPACE FS dan sekuen T2 SPACE FS pada pemeriksaan MRI knee joint potongan sagital dengan klinis ruptur ACL, dengan nilai  $p$ -value uji Wilcoxon yaitu 0.001 atau  $p$ -value < 0.05.

Sekuen PD SPACE FS lebih optimal dalam memvisualisasikan informasi anatomi dibandingkan sekuen T2 SPACE FS dengan nilai mean rank anatomi meniscus 3.50, articular cartilage 3.50, bone marrow 5.50, sedangkan pada anatomi ACL dihasilkan nilai mean rank yang sama antara kedua sekuen yaitu sebesar 2.00.

Sebaiknya pada pemeriksaan MRI knee joint dengan klinis ruptur ACL digunakan sekuen PD SPACE FS agar dapat dilakukan evaluasi struktur anatomi yang lebih optimal. Serta sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan sampel penelitian sesuai kriteria inklusi, serta menambahkan evaluasi nilai CNR dan SNR agar didapatkan hasil yang lebih akurat.

### **Daftar Pustaka**

Abdulaal, O. M., Rainford, L., MacMahon, P., Kavanagh, E., Galligan, M., Cashman, J., & McGee, A. (2017). 3T MRI of the knee with optimised isotropic 3D sequences: Accurate

- delineation of intra-articular pathology without prolonged acquisition times. *European Radiology*, 27(11), 4563–4570. <https://doi.org/10.1007/s00330-017-4816-x>
- Altahawi, F., Pierce, J., Aslan, M., Li, X., Winalski, C. S., & Subhas, N. (2021). 3D MRI of the Knee. *Seminars in Musculoskeletal Radiology*, 25(3), 455–467. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1730400>
- Grande, F. Del, Santini, F., Herzka, D. A., Aro, M. R., Dean, C. W., Gold, G. E., & Carrino, J. A. (2014). Fat-suppression techniques for 3-T MR imaging of the musculoskeletal system. *Radiographics*, 34(1), 217–233. <https://doi.org/10.1148/rg.341135130>
- Hash, T. W. (2013). Magnetic Resonance Imaging of the Knee. *Sports Health*, 5(1), 78–107. <https://doi.org/10.1177/1941738112468416>
- Hegazi, T. M., & Wu, J. S. (2020). Musculoskeletal MRI case-based approach. In *Seminars in roentgenology* (Vol. 45, Issue 3). Springer.
- Lampignano (2018). *Bontrager's Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy* (9th ed.).
- Mankad (2011). *MRI of the whole body an illustrated guide to common pathologies*. Hodder Arnold.
- Mugler (2014). Optimized three-dimensional fast-spin-echo MRI. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, 39(4), 745–767. <https://doi.org/10.1002/jmri.24542>
- Nacey., Geeslin, M. G., Miller, G. W., & Pierce, J. L. (2017). Magnetic resonance imaging of the knee: An overview and update of conventional and state of the art imaging. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, 45(5), 1257–1275. <https://doi.org/10.1002/jmri.25620>
- Shapiro, L., Staroswiecki, E., & Gold, G. (2010). MRI of the Knee: Optimizing 3T Imaging. *Seminars in Roentgenology*, 45(4), 238–249. <https://doi.org/10.1053/j.ro.2009.12.007.MRI>
- Travlos, G. S. (2006). Normal Structure, Function, and Histology of the Bone Marrow. *Toxicologic Pathology*, 34(5), 548–565. <https://doi.org/10.1080/01926230600939856>
- Westbrook (2014). *HANDBOOK OF MRI TECHNIQUE* (4th ed.). John Wiley & Sons, Ltd.
- Westbrook (2019). *MRI In Practice* (5th ed.). John Wiley & Sons, Ltd.
- Wu, et al (2012). The Application of Fat-Suppression MR Pulse Sequence in the Diagnosis of Bone-Joint Disease. *International Journal of Medical Physics, Clinical Engineering and Radiation Oncology*, 01(03), 88–94. <https://doi.org/10.4236/ijmpcero.2012.13012>
- Yao, L., Pitts, J. T., & Thomasson, D. (2007). Isotropic 3D fast spin-echo with proton-density-like contrast: a comprehensive approach to musculoskeletal MRI. *AJR. American Journal of Roentgenology*, 188(2), 199–203. <https://doi.org/10.2214/AJR.06.0556>



## Hubungan Pengetahuan dan Kepatuhan Penerapan Proteksi Radiasi: Studi pada Mahasiswa Praktik Klinik Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi, Poltekkes Kemenkes Semarang

Akhmad Haris Sulistiyadi<sup>1</sup>, Bagus Abimanyu<sup>2</sup>, Yeti Kartikasari<sup>3</sup>, Susi Tri Isnoviasih<sup>4</sup>  
<sup>1,2,3,4</sup>Poltekkes Kemenkes Semarang, Indonesia

Corresponding Author : Akhmad Haris Sulistiyadi  
e-mail : harissulistiyadi@poltekkes-smg.ac.id

### ABSTRACT

**Background:** Radiation protection is very important for patient and personnel safety in radiology services. It has been given in the college through classical lectures, including in Radiodiagnostic and Radiotherapy Department Poltekkes Kemenkes Semarang. The student's knowledge is routinely evaluated but their compliance in the clinical activities has never been specifically observed. This study aims to find out the relationship between knowledge toward compliance of the application of radiation protection on clinical practice students.

**Methods:** This is quantitative research with a cross-sectional design. Research was conducted on 90 second-year clinical internship students of the Radiodiagnostic and Radiotherapy Department. The level of knowledge was measured by written test, while the level of compliance was observed by clinical observation. The affecting factors are investigated through indepth interview. Data were analyzed by Spearman Rank Correlation.

**Results:** The knowledge levels among the students were "excellent" (18%), "good" (68%), and "fair" (14%). The radiation protection compliance levels were "good" (73%) and "very good" (27%). There was a significant relationship between radiation protection knowledge level toward radiation protection compliance (p value <0.05). The strength of the relationship was low (coefficient interval = 0.257).

**Conclusions:** There was a relationship between knowledge and the level of compliance, but it was not the only influencing factor. The environment tends to have an effect on the level of compliance. Radiographers and clinical instructors should be good role model in applying radiation protection.

**Keywords:** Knowledge; Compliance; Radiation Protection; Clinical Practice Students.

### Pendahuluan

Paparan radiasi sinar-X pada organ tubuh manusia dapat menimbulkan berbagai efek (Rasad, 2009). *International Commission on Radiological Protection* (ICRP) mengkategorikan efek radiasi pengion terhadap tubuh manusia menjadi dua, yaitu efek stokastik dan efek deterministik. Efek stokastik adalah efek yang munculnya pada individu tidak bisa dipastikan. 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). Sedang efek deterministik adalah efek yang pasti muncul apabila jaringan tubuh manusia terkena paparan radiasi pengion dengan dosis tertentu. Efek yang timbul seperti *shock erythema* atau kulit memerah, pedih, gatal,

bengkak, melepuh, memborok, dan kerontokan rambut kulit.

Untuk meminimalisir kemungkinan terjadinya efek samping akibat radiasi, diperlukan proteksi radiasi. Proteksi radiasi merupakan suatu cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari masalah kesehatan manusia maupun lingkungan dan berkaitan dengan pemberian perlindungan kepada seseorang atau sekelompok orang ataupun kepada keturunannya terhadap kemungkinan yang merugikan kesehatan akibat paparan radiasi (Menurut Akhadi, 2000). Berdasarkan publikasi ICRP No. 25 Tahun 1997, tujuan proteksi radiasi yaitu terciptanya keselamatan dan kesehatan bagi pekerja, masyarakat umum, dan lingkungan.

Dibutuhkan pengetahuan dan kepatuhan untuk dapat menerapkan proteksi radiasi. Pengetahuan diperoleh setelah orang melakukan pengindraan terhadap objek tertentu (Maulana, 2012). Faktor-

faktor yang mempengaruhi pengetahuan antara lain pendidikan, pekerjaan, umur, minat, pengalaman, kebudayaan lingkungan sekitar dan informasi (Mubaraq, 2012). Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, patuh adalah suka menurut perintah, taat pada perintah, sedangkan kepatuhan adalah perilaku sesuai aturan dan berdisiplin. Faktor-faktor yang mempengaruhi kepatuhan antara lain pendidikan, faktor modifikasi lingkungan, pengetahuan, usia, lingkungan keluarga (Pranoto, 2007).

Terdapat hubungan antara pengetahuan dan kepatuhan. Hasil penelitian (Rezgita, 2015) menunjukkan bahwa terdapat hubungan positif yang sangat kuat antara pengetahuan mahasiswa praktikan keperawatan terhadap kepatuhan petunjuk radiasi. Penelitian serupa (Susilowati, 2014) dan (Susilowati, 2011) pada mahasiswa D-III Kebidanan menunjukkan hasil yang sama. Akan tetapi penelitian pada mahasiswa Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi (JTRR) belum pernah dilakukan.

Praktik Klinik (PKL) merupakan wahana yang tepat untuk mengamati penerapan pengetahuan yang telah diperoleh mahasiswa dari kampus ke klinik. Pada saat melaksanakan praktik klinik, mahasiswa diberi kesempatan untuk melakukan berbagai jenis pemeriksaan radiografi kepada pasien sesuai dengan tingkatan kompetensinya. Sesuai dengan kurikulum Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi, praktek klinik dilaksanakan secara berjenjang. Lahan PKL JTRR tersebar di berbagai kota di wilayah Jawa Barat, Jawa Tengah, DIY, dan Jawa Timur.

Pengetahuan proteksi radiasi telah diberikan kepada mahasiswa JTRR pada semester 2 dalam mata kuliah proteksi radiasi. Selain itu, pentingnya penerapan proteksi radiasi juga telah disampaikan pada berbagai kegiatan perkuliahan kelas, praktikum, maupun tutorial. Tetapi berdasarkan studi pendahuluan melalui supervisi terhadap mahasiswa PKL, masih terdapat mahasiswa yang tidak menerapkan proteksi radiasi pada saat melaksanakan Praktek Klinik. Hal tersebut antara lain ditunjukkan dengan penggunaan kolimasi dan *Source to Image Distance* (SID) yang tidak tepat, atau tidak menutup organ sensitif pasien dengan shielding.

Diperlukan penelitian untuk mengetahui hubungan antara pengetahuan dan kepatuhan penerapan proteksi radiasi pada mahasiswa JTRR di rumah sakit, sehingga dapat menjadi umpan balik guna meningkatkan sistem pembelajaran yang ada.

## Metode

Penelitian ini merupakan jenis penelitian observasional dengan desain cross sectional. Penelitian dilaksanakan di 37 rumah sakit lahan PKL JTRR di area Jawa Tengah, Jawa Barat, dan DIY.

Pengetahuan diukur melalui tes tertulis dengan pertanyaan yang berisi tentang radiasi, efek radiasi, dan upaya proteksi radiasi. Kategorisasi pengetahuan ditunjukkan pada tabel 1.

**Tabel 1.** Kategorisasi Tingkat Pengetahuan Proteksi Radiasi

No	Tingkat Pengetahuan	Persentase Jawaban Benar
1.	Sangat Baik	80 – 100
2.	Baik	60 – 79
3.	Cukup	40 – 69
4.	Kurang	20 – 39
5.	Sangat Kurang	0 – 19

Kepatuhan dinilai dengan mengamati tindakan mahasiswa dalam menerapkan proteksi radiasi oleh *clinical instructure* yaitu: melindungi bagian tubuh pasien dengan *apron/ shielding* pada pemeriksaan yang memungkinkan, mengatur luas kolimasi secara tepat dan/atau tidak berlebih, menggunakan ukuran kaset/ penerima gambar yang sesuai dan/atau tidak berlebih, mengatur SID dengan tepat, menggunakan faktor eksposi yang sesuai dan/atau tidak berlebih, memastikan tidak ada orang yang tidak berkepentingan untuk keluar dari ruang pemeriksaan sebelum melakukan eksposi, memberikan proteksi radiasi kepada pengantar/ penunggu yang harus berada pada ruang pemeriksaan saat eksposi, menutup pintu ruang pemeriksaan sebelum melakukan eksposi, melakukan eksposi dari tempat yang aman, bekerja dengan cermat sehingga tidak menimbulkan pengulangan pemeriksaan. Pengkategorian yang digunakan ditunjukkan pada tabel 2.

Identifikasi faktor penyebab kepatuhan atau ketidakpatuhan dilakukan melalui wawancara. Data dianalisis secara univariat dan bivariat. Analisis data univariat digunakan untuk mendeskripsikan pengetahuan tentang proteksi radiasi dan kepatuhan penerapan proteksi radiasi, dengan tabel distribusi frekuensi. Analisis data bivariat dilakukan dengan *Spearman Rank Corelation*.

**Tabel 2.** Kategorisasi Tingkat Kepatuhan Penerapan Proteksi Radiasi

No	Tingkat Kepatuhan	Skor	Indikator Kepatuhan
1.	Sangat tinggi	5	Selalu melakukan
2.	Tinggi	4	Sering melakukan
3.	Cukup tinggi	3	Kadang-kadang melakukan
4.	Rendah	2	Jarang melakukan
5.	Sangat rendah	1	Tidak pernah melakukan

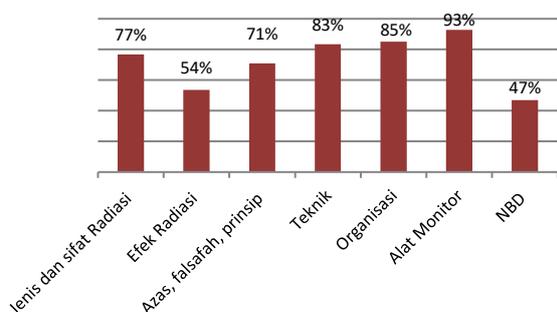
### Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian terhadap 90 orang mahasiswa PKL semester IV (tahun kedua) JTRR Poltekkes Kemenkes Semarang yang berasal dari Prodi Diploma Tiga dan Sarjana Terapan ditunjukkan pada tabel 3.

**Tabel 3.** Tingkat Pengetahuan Proteksi Radiasi Mahasiswa Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Kemenkes Semarang

No	Tingkat Pengetahuan	Jumlah	Persentase
1.	Sangat Baik	13	14%
2.	Baik	62	69%
3.	Cukup	14	18%

Tabel 3 menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa memiliki pengetahuan yang baik terhadap proteksi radiasi. Secara spesifik pengetahuan mahasiswa terhadap proteksi radiasi dapat dilihat dari tingkat ketepatan menjawab yang digambarkan pada figur 1.



**Gambar 1.** Tingkat ketepatan jawaban mahasiswa JTRR terkait proteksi radiasi

Gambar 1 menunjukkan bahwa tingkat ketepatan jawaban tertinggi adalah terkait alat monitor radiasi sedangkan tingkat jawaban terendah adalah terkait

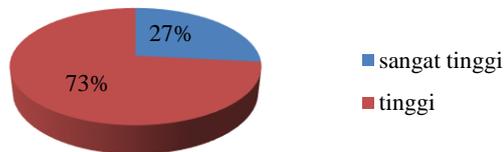
nilai batas dosis radiasi. Tingkat kepatuhan penerapan proteksi radiasi ditunjukkan pada tabel 4.

**Tabel 4.** Tingkat Kepatuhan Mahasiswa Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Kemenkes Semarang berdasarkan Tindakan yang Dilakukan

Tindakan	Rerata Skor	Std. Deviasi	Tingkat Kepatuhan
Melindungi bagian tubuh pasien dengan <i>shielding</i> bila memungkinkan	3,52	±1,01	Tinggi
Mengatur luas kolimasi secara tepat	4,00	±0,83	Tinggi
Menggunakan ukuran <i>image receptor</i> yang tepat	4,20	±0,72	Sangat tinggi
Mengatur SID dengan tepat	4,19	±0,65	Sangat tinggi
Menggunakan faktor eksposi yang sesuai	4,14	±0,53	Sangat tinggi
Memastikan tidak ada orang yang tidak berkepentingan di ruang pemeriksaan	4,54	±0,56	Sangat tinggi
Memberikan proteksi radiasi kepada pengantar	4,23	±0,69	Sangat tinggi
Menutup pintu ruang pemeriksaan	4,70	±0,51	Sangat tinggi
Melakukan eksposi dari tempat yang aman	4,72	±0,50	Sangat tinggi
Bekerja dengan cermat sehingga tidak menimbulkan pengulangan	3,76	±0,61	Tinggi

Tabel 4 menunjukkan tingkat kepatuhan mahasiswa dalam menerapkan proteksi radiasi bervariasi, antara “sangat tinggi” dan “tinggi.” Tingkat kepatuhan yang “sangat tinggi” ditunjukkan dalam penggunaan faktor teknis (ukuran *image receptor*, SID, dan faktor eksposi) yang sesuai, pemberian proteksi terhadap orang lain dan lingkungan sekitar, serta melakukan eksposi dari tempat yang aman. Tingkat kepatuhan yang “tinggi” ditunjukkan dalam penggunaan luas kolimasi, pemberian *shielding* kepada pasien, dan kecermatan bekerja. Secara keseluruhan, tingkat kepatuhan mahasiswa ditunjukkan pada gambar 2. Tingkat kepatuhan tiap mahasiswa dalam melakukan 10

tindakan proteksi radiasi ditunjukkan pada gambar 2.



**Gambar 2.** Persentase kepatuhan penerapan proteksi radiasi mahasiswa JTRR Poltekkes Kemenkes Semarang

Gambar 2 menunjukkan bahwa dari 90 mahasiswa yang dijadikan sampel, 73 % menunjukkan tingkat kepatuhan yang “tinggi” dan 27% menunjukkan tingkat kepatuhan yang “sangat tinggi.”

Berdasarkan hasil wawancara terhadap responden, penyebab tidak dilakukannya tindakan proteksi radiasi dapat diklasifikasikan menjadi beberapa faktor yang ditunjukkan pada tabel 5.

**Tabel 5.** Faktor Penyebab Tidak Dilakukannya Tindakan Proteksi Radiasi oleh Mahasiswa JTRR Poltekkes Kemenkes Semarang

No	Tindakan	Rerata Skor
1.	Ketidaktahuan akan pentingnya proteksi radiasi	1%
2.	Kurangnya pengetahuan tentang teknik-teknik proteksi radiasi	1%
3.	Ketiadaan alat proteksi radiasi tertentu yang diperlukan	33%
4.	Kondisi pasien yang tidak memungkinkan	91%
5.	Ketidaktelitian	55%
6.	Keinginan untuk mempercepat waktu pemeriksaan	44%
7.	Tidak adanya sanksi apabila tidak menerapkan	9%
8.	Kurang ketatnya pengawasan dari <i>clinical instructure</i>	3%
9.	Meniru kebiasaan yang ada di lingkungan praktek	79%
10.	Faktor lainnya	2%

Tabel 5 menunjukkan bahwa dari 90 mahasiswa, tidak dilakukannya Tindakan proteksi radiasi karena kondisi pasien yang tidak memungkinkan (91%), meniru kebiasaan di lingkungan praktek (79%), ketidaktelitian (55%), keinginan untuk mempercepat waktu pemeriksaan (44%), ketiadaan alat proteksi yang sesuai (33%), tidak adanya sanksi (9%), kurang ketatnya pengawasan CI (3%), ketidaktahuan akan pentingnya proteksi radiasi

(1%), ketidaktahuan tentang teknik proteksi radiasi (1%), dan faktor lainnya (2%).

Hasil analisis bivariat dengan uji *Spearman Rank Correlation* ditunjukkan pada tabel 6.

**Tabel 6.** Hasil Analisis Bivariat

No	Nilai	Rerata Skor	Keterangan
1.	<i>p value</i>	0,014	Ada hubungan yang bermakna
2.	Signifikansi korelasi	0,257	Korelasi rendah

Tabel 6 menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan ( $p\ value < 0,05$ ) antara pengetahuan proteksi radiasi dengan kepatuhan proteksi radiasi pada mahasiswa Praktek Klinik Jurusan Teknik Radioidganostik dan Radioterapi Poltekkes Kemenkes Semarang. Interval correlation yang diperoleh adalah 0,257, yang berarti hubungan tersebut memiliki korelasi yang rendah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat pengetahuan proteksi radiasi dari 90 mahasiswa PKL Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Kemenkes Semarang, 16 orang (18%) dalam kategori “sangat baik”, 61 orang (68%) dalam kategori “baik” dan 13 orang (14%) dalam kategori “cukup.”

Pengetahuan merupakan hasil dari proses mencari tahu dan ini terjadi setelah orang melakukan pengindraan terhadap suatu obyek tertentu (Notoatmodjo, 2007). Tingkat pengetahuan proteksi pada sebagian besar mahasiswa (68%) tergolong baik karena telah mendapatkan mata kuliah proteksi radiasi dan dinyatakan lulus pada semester I. Sesuai dengan kurikulum Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi, pokok bahasan yang diberikan dalam mata kuliah tersebut mencakup dasar-dasar dan falsafah proteksi radiasi, interaksi radiasi dengan bahan biologi dan efek-efek radiasi, sumber-sumber radiasi, organisasi proteksi radiasi, prinsip pengukuran radiasi, serta tindakan proteksi radiasi. Metode yang digunakan dalam perkuliahan tidak hanya ceramah satu arah, tetapi juga dengan diskusi, praktik dan penugasan. Dengan kombinasi ketiga metode tersebut, pengetahuan yang diperoleh mahasiswa tertanam dengan lebih kuat.

Walaupun masuk dalam kategori baik, rerata nilai yang diperoleh dalam penelitian ini adalah 72,1. Hal tersebut diduga karena ketidaksiapan mahasiswa pada saat dilakukan pengukuran. Berbeda dengan pada saat akan menghadapi Ujian Tengah Semester atau Ujian Akhir Semester, mahasiswa tidak belajar terlebih dahulu pada saat

akan mengerjakan soal dalam penelitian ini. Adanya jarak waktu antara diperolehnya mata kuliah Proteksi Radiasi dengan pelaksanaan pengukuran tingkat pengetahuan juga berpengaruh pada tidak maksimalnya nilai tingkat pengetahuan yang diperoleh.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase ketepatan jawaban paling tinggi ditemukan pada jawaban terkait alat monitor radiasi (93%), diikuti organisasi proteksi radiasi (85%), teknik proteksi radiasi (83%), jenis dan sifat radiasi (77%), asas-falsafah-prinsip proteksi radiasi (71%), efek radiasi (54%), serta Nilai Batas Dosis (47%).

Dari data tersebut, tampak bahwa pengetahuan mahasiswa terhadap klasifikasi efek radiasi dan Nilai Batas Dosis (NBD) masih kurang. Dibandingkan dengan kelompok soal yang lain, kelompok soal NBD relatif lebih sulit karena harus mengingat angka-angka yang menunjukkan nilai batas dosis bagi berdasarkan standar tertentu. Diperlukan penyegaran materi bagi mahasiswa PKL agar pengetahuan yang diperoleh pada saat semester III dapat lebih tertanam. Penyegaran dapat diberikan oleh *clinical instructure* dengan dalam diskusi atau bimbingan yang selama ini cenderung berisi materi teknik radiografi. Penyegaran juga dapat dilakukan dengan memberikan pertanyaan-pertanyaan seputar proteksi radiasi dalam forum diskusi maupun ujian kompetensi. Dengan metode semacam ini, ingatan mahasiswa dan *clinical instructure* dapat terus terasah.

Hasil penelitian menunjukkan persentase tingkat kepatuhan penerapan proteksi radiasi mahasiswa PKL Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Kemenkes Semarang adalah 73% masuk dalam kategori tinggi dan 27% masuk dalam kategori sangat tinggi. Hasil tersebut diperoleh dari penilaian terhadap sepuluh indikator tindakan proteksi radiasi. Dari hasil penelitian terlihat bahwa sebagian besar mahasiswa PKL dalam menerapkan tujuh jenis tindakan proteksi radiasi masuk pada kategori “sangat patuh” yang berarti selalu melakukan. Apabila diamati, ketujuh jenis tindakan tersebut merupakan tindakan yang relatif mudah dilakukan. Menggunakan ukuran penerima *image receptor* yang sesuai, mengatur SID dengan tepat, memilih faktor eksposi yang tidak berlebih, memastikan tidak adanya orang yang tidak berkepentingan dalam ruang pemeriksaan, memberikan pelindung bagi pengantar atau penunggu, menutup pintu pada saat eksposi, serta melakukan eksposi dari tempat yang aman adalah tindakan-tindakan yang mudah untuk dilakukan dan tidak terlihat pada kualitas citra yang dihasilkan.

Berbeda dengan tujuh jenis tindakan proteksi radiasi di atas, tingkat kepatuhan mahasiswa lebih rendah dalam tindakan-tindakan: melindungi bagian tubuh pasien dengan *shielding* bila memungkinkan, mengatur luas kolimasi secara tepat bekerja dengan cermat sehingga tidak menimbulkan pengulangan. Pada ketiga tindakan proteksi radiasi tersebut, tingkat kepatuhan mahasiswa masuk dalam kategori “tinggi” yang berarti sering melakukan. Apabila dicermati, ketiga jenis tindakan tersebut relatif lebih sulit dibanding tujuh tindakan lainnya. Penggunaan *shielding* tidak selalu memungkinkan, terutama pada posisi-posisi pemeriksaan yang sulit. Pengaturan kolimasi yang tidak selalu tepat dapat disebabkan karena kekhawatiran terpotongnya gambaran organ, sehingga mahasiswa terkadang mengatur luas kolimasi secara berlebih. Kecermatan mahasiswa dalam bekerja masih belum mencapai tingkat tertinggi sehingga masih terjadi pengulangan pemeriksaan yang menimbulkan tambahan dosis radiasi akibat ketidakcermatan.

Tidak selalu dilakukannya tindakan proteksi radiasi adalah karena oleh kondisi pasien yang tidak memungkinkan (91%), meniru kebiasaan radiografer di lingkungan praktik (79%), ketidaktelitian (55%), untuk mempercepat waktu pemeriksaan (44%), keterbatasan peralatan proteksi radiasi (33%), tidak adanya sanksi (9%), tidak adanya pengawasan dari *clinical instructure* (3%), dan penyebab lainnya (2%).

Kecenderungan ini merupakan hal yang baik, karena pada mahasiswa PKL Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Kemenkes Semarang walaupun baru mencapai tingkatan paling tinggi, dalam penerapan tujuh dari sepuluh tindakan proteksi radiasi, pada tiga tindakan lainnya mahasiswa telah mencapai level “tinggi.” Dalam melakukan pemeriksaan, mahasiswa tidak hanya berorientasi pada kualitas citra tetapi juga memperhatikan keselamatan bagi pasien, diri sendiri, dan pengantar. Kebiasaan ini seharusnya tetap dilakukan hingga saat mahasiswa telah lulus dan menjadi radiografer, karena proteksi radiasi merupakan hal yang sangat penting untuk dilaksanakan mengingat penggunaan radiasi berpotensi menimbulkan dampak yang merugikan. Hal ini sesuai dengan pendapat Akhadi (2000), bahwa prinsip keselamatan radiasi khususnya untuk keselamatan manusia harus mendapatkan prioritas utama. Sudah barang tentu pemanfaatannya akan lebih sempurna jika faktor kerugian yang timbul dapat ditekan serendah mungkin atau dihilangkan sama sekali.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan ( $p$  value  $< 0,05$ ) antara pengetahuan proteksi radiasi dengan kepatuhan proteksi radiasi pada mahasiswa PKL Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Kemenkes Semarang. Hasil tersebut sesuai dengan teori yang dikemukakan Niven (2008), bahwa satu faktor yang mempengaruhi tingkat kepatuhan adalah pengetahuan. Notoatmodjo (2007) menyatakan bahwa perilaku yang didasari oleh pengetahuan akan lebih langgeng dari pada perilaku yang tidak didasari oleh pengetahuan.

*Interval correlation* yang diperoleh adalah 0,257, yang berarti hubungan antara pengetahuan proteksi radiasi dengan kepatuhan proteksi radiasi pada mahasiswa PKL Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Kemenkes Semarang tersebut memiliki korelasi yang lemah. Lemahnya hubungan tersebut disebabkan karena pengaruh faktor-faktor lain. Menurut Niven (2008), faktor-faktor yang mempengaruhi kepatuhan adalah pendidikan, pengetahuan, modifikasi lingkungan, usia, dan dukungan keluarga.

Pengaruh lingkungan menjadi faktor yang paling mungkin turut berpengaruh pada hasil penelitian dibanding faktor lainnya. Faktor tingkat pendidikan dan umur dapat dianggap seragam karena responden berasal dari semester yang sama. Faktor lingkungan yang dimaksud adalah kebiasaan tindakan proteksi radiasi di rumah sakit yang menjadi tempat PKL.

Faktor lingkungan dapat memberikan pengaruh yang positif maupun negatif. Radiografer yang patuh menerapkan proteksi radiasi akan menjadi contoh yang baik bagi mahasiswa. Hal ini dapat menjelaskan hasil penelitian ini yang menunjukkan bahwa walaupun rerata tingkat pengetahuan tidak mencapai level tertinggi, tetapi sebagian besar mahasiswa masuk dalam kategori “sangat patuh”. Sebaliknya, radiografer yang tidak patuh dalam menerapkan tindakan proteksi radiasi dapat memberikan contoh yang buruk bagi mahasiswa. Hal ini diperkuat dengan hasil survei yang menunjukkan bahwa mahasiswa yang tidak patuh salah satunya disebabkan karena meniru kebiasaan radiografer di rumah sakit. Oleh karena itu, sebaiknya memberikan contoh yang baik kepada mahasiswa PKL dalam penerapan proteksi radiasi. *Clinical instructure* sebagai penghubung antara institusi pendidikan dengan sejawat di institusi klinik diharapkan dapat mengkondisikan lahan praktek agar menjadi *role model* bagi mahasiswa.

## Simpulan

Tingkat pengetahuan proteksi radiasi pada mahasiswa praktik klinik Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Kemenkes Semarang adalah 16 orang (18%) dalam kategori “sangat baik”, 61 orang (68%) dalam kategori “baik” dan 13 orang (14%) dalam kategori “cukup.” Tingkat kepatuhan proteksi radiasi pada mahasiswa PKL Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Kemenkes Semarang adalah 73% (66 orang) masuk dalam kategori “tinggi” dan 27% (24 orang) masuk dalam kategori “sangat tinggi.” Terdapat hubungan yang bermakna antara tingkat pengetahuan proteksi radiasi dan kepatuhan penerapan proteksi radiasi pada mahasiswa PKL Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi ( $p$  value  $< 0,05$ ). Kekuatan hubungan tergolong rendah (interval koefisien = 0,257).

*Clinical instructure* sebaiknya dapat mengkondisikan lahan praktek agar menjadi wahana yang kondusif bagi mahasiswa melalui *role model*, melengkapi peralatan proteksi radiasi pengawasan yang lebih ketat. Diperlukan penyegaran materi, khususnya proteksi radiasi bagi mahasiswa yang akan menjalani praktek klinik dalam forum bimbingan, maupun diskusi yang dilaksanakan oleh *clinical instructure* selama mahasiswa melaksanakan praktik.

## Daftar Pustaka

- Akhadi, M. (2000). Dasar-Dasar Proteksi Radiasi, Jakarta, Penerbit PT. Rineka Cipta.
- Arikunto, S. (2010). Manajemen Penelitian, PT. Rineka Cipta, Jakarta.
- Maulana, H. D., & Sos, S. (2009). Promosi kesehatan. Egc.
- Fitriani, S. (2011). Promosi kesehatan.
- Niven, N. (2008). Psikologi Kesehatan: Pengantar untuk Perawat dan Profesional Kesehatan lain (terjemahan). Kedua. Jakarta: EGC.
- Maulana, H., & Gumelar, G. (2013). Psikologi komunikasi dan persuasi. Jakarta: Akademia Permata, 113
- Notoatmodjo, S. (2005). Promosi kesehatan dan Teori aplikasi. Jakarta: Rineka Cipta.
- Esjariar, R. (2005). Buku Radiologi Diagnostik.
- Rezgita, Gewa A. (2015). Hubungan Pengetahuan dan Persepsi Mahasiswa Praktikan Keperawatan Terhadap Kepatuhan Petunjuk Bahaya Radiasi di RSUD Dr. R Goeteng Taroenadibrata Purbalingga.

- Sastroasmoro, S. (2022). Dasar-dasar metodologi penelitian klinis.
- Zaemakhrus, M. (2020). Metode penelitian kuantitatif kualitatif dan r&d tahun 2020.
- Kurniasih, N. (2020). Peran Statistik Dalam Penelitian. *Al-Munqidz: Jurnal Kajian Keislaman*, 8(2), 273-279.
- Susilowati, R. (2014). Hubungan Antara Pengetahuan Serta Persepsi Dan Informasi Keselamatan Radiasi Pada Mahasiswa Praktikan Keperawatan Di RSUD Banyumas.
- Wahyuningsih, Yustina D. (2012). Hubungan Pengetahuan Dengan Persepsi Mahasiswa Prodi D III Kebidanan Purwokerto Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang Tentang Bahaya Radiasi Sinar-X