



## PERBEDAAN KUALITAS CITRA PADA PEMERIKSAAN MRI KNEE JOINT DENGAN MENGGUNAKAN KNEE COIL DAN FLEX COIL

Annisa Rahmadani Siregar<sup>1</sup>, I Kadek Yuda Astina<sup>2</sup>, Nyoman Supriyani<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Akademi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi (ATRO) Bali

[annisarsiregar2110@gmail.com](mailto:annisarsiregar2110@gmail.com)

### Info Artikel :

Diterima : 10 Desember 2022

Disetujui : 17 Januari 2023

Dipublikasikan : 25 Januari 2023

### ABSTRAK

**Kata Kunci :**  
*Knee Coil;*  
*Flex Coil;*  
*Signal to Noise*  
*Ratio (SNR)*

Pemeriksaan MRI Knee Joint menggunakan coil extremity (knee coil) yang dirancang khusus untuk pemeriksaan MRI knee joint dan surface coil (flex coil) yang biasa digunakan dalam pemeriksaan extremitas pada organ anatomi kecil seperti knee joint, elbow joint dan payudara yang membutuhkan surface coil untuk meningkatkan spatial resolution dan SNR. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui coil yang lebih baik digunakan antara knee coil dan flex coil pada pemeriksaan MRI Knee Joint dan untuk mengetahui perbedaan SNR dan tingkat noise yang di hasilkan pada penggunaan knee coil dan flex coil pada pemeriksaan MRI Knee Joint. Penelitian ini menggunakan kuantitatif yang bersifat eksperimen. Berdasarkan data hasil perhitungan uji statistik nilai SNR anatomi knee joint terdapat perbedan terhadap kualitas citra yaitu SNR anatomi knee joint dengan menggunakan knee coil dan flex coil yang memiliki p value/sig keseluruhan 0.000 sehingga  $H_a$  diterima dan  $H_o$  ditolak. Hasil rata-rata knee coil (31.32) dan flex coil (15.38) sehingga nilai SNR pemeriksaan MRI knee joint menggunakan knee coil sebanding flex coil dengan perbedaan SNR flex coil sekitar 50% dari SNR menggunakan knee coil.

### ABSTRACT

**Keywords :**  
*Knee Coil; Flex*  
*Coil; Signal to*  
*Noise Ratio*  
*(SNR)*

*Knee Joint MRI examination uses an extremity coil (knee coil) which is specifically designed for knee joint and surface coil (flex coil) MRI examinations which are commonly used in extremity examinations in small anatomical organs such as the knee joint, elbow joint and breasts which require a surface coil to increase spatial resolution and SNR. The purpose of this study was to find out which coil is better used between knee coil and flex coil in Knee Joint MRI examination and to determine the difference in SNR and noise level produced in the use of knee coil and flex coil in MRI examination. Knee Joints. This research uses quantitative experimental nature. Based on the data from the results of statistical test calculations, the SNR value of the knee joint anatomy showed a difference in image quality, namely the SNR of the knee joint anatomy using the knee coil and flex coil which had an overall p value/sig of 0.000 so that  $H_a$  was accepted and  $H_o$  was rejected. The average results of knee coil (31.32) and flex coil (15.38) so that the SNR value of MRI examination of the knee joint using the knee coil is comparable to the flex coil with a flex coil SNR difference of about 50% of the SNR using the knee coil.*

## PENDAHULUAN

Ilmu pengetahuan radiologi mencakup dua bidang penting yaitu radiodiagnostik dan radioterapi. Makna radioterapi dalam kamus berbahasa Indonesia diartikan sebagai pengobatan penyakit dengan menggunakan radiasi. Penyakit yang banyak ditangani dengan radioterapi yaitu tumor dan kanker. Berbeda dengan radiodiagnostik bukan tindakan terapi namun dimaknai sebagai diagnosis menggunakan sinar pengion/sinar-X. untuk menghasilkan gambar yang berkualitas untuk menegakkan diagnosa dengan pemberian radiasi kepada pasien seminimal mungkin (Asih Puji Utami, 2018). Radiodiagnostik sendiri terdiri dari konvensional, CT-Scan dan MRI.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada bidang radiologi telah memberikan banyak manfaat kepada masyarakat dan memberikan kemudahan bagi para praktisi kesehatan untuk mendiagnosa penyakit serta menentukan jenis pengobatan bagi pasien. Salah satu bentuk kemajuan tersebut adalah penggunaan alat MRI (*Magnetic Resonance Imaging*) untuk melakukan pencitraan diagnosa penyakit pasien dan meningkatkan pelayanan kesehatan pada masyarakat. MRI (*Magnetic Resonance Imaging*) merupakan suatu alat diagnostik mutakhir untuk memeriksa dan mendeteksi tubuh dengan menggunakan medan magnet yang besar dan gelombang frekuensi radio tertentu serta perangkat komputer untuk menghasilkan potongan-potongan gambar penampang tubuh manusia tanpa menggunakan sinar-X ataupun bahan radioaktif sehingga MRI sangat aman (Jatmiko et al, 2021).

MRI dapat menghasilkan gambar yang menunjukkan perbedaan yang sangat jelas dan lebih sensitif untuk menilai jaringan lunak dalam tubuh, seperti otak, *tendon*, otot, susunan saraf, *ligament* dan susunan *musculoskeletal* (Muzamil et al, 2018). Untuk menghasilkan kualitas gambar MRI yang optimal ditentukan oleh empat karakteristik, yaitu *signal to noise ratio* (SNR), *contras to noise ratio* (CNR), *spatial resolution* dan *scan time*. SNR adalah perbandingan antara besarnya amplitudo sinyal dengan amplitudo derau. SNR sangat berpengaruh terhadap kualitas gambar, kenaikan nilai SNR diikuti dengan peningkatan kualitas gambar, Terdapat beberapa parameter yang berpengaruh terhadap SNR, salah satunya adalah penggunaan *RF coil* (Westbrook et al, 2011). Instrument MRI terdiri dari bahan non-magnetik diantaranya *headset*, bel, alat pemberi kontras, kursi roda, ranjang pasien, alat anestesi, dan *coil*.

Salah satu pemeriksaan MRI adalah MRI *knee joint* atau sendi lutut adalah organ paling penting untuk berjalan yang dibentuk oleh dua *articulatio condylaris* diantara *condylus femoris medialis* dan *lateralis* dan *condylus tibia* yang terikat dan sebuah sendi pelana diantara *patella* dan *facies patellaris femoris*. Kedua sendi bekerja sama agar lutut dapat bergerak Fleksi dan ekstensi, serta rotasi *medial* ke arah eksternal dan *internal* (EC Pearce, 2016). Teknik pemeriksaan MRI *knee joint*/sendi lutut menggunakan irisan *sagittal* standar, irisan *coronal* standar, irisan *sagittal oblique* dan *coronal oblique*. Irisan *coronal oblique* diperoleh dari topogram *sagittal* standar dengan bidang sejajar pada *femoral intercondylar roof*, sedangkan irisan *sagittal oblique* diperoleh dari topogram *coronal oblique* dengan bidang sejajar pada *medial border* dari *lateral femoral condyle*. Protokol yang digunakan pada pemeriksaan MRI *knee joint* adalah *axial GRE T2\* / axial proton density + tissue suppression, sagittal GRE T2\*/sagittal* atau *obliq proton density +/- tissue suppression, coronal FSE proton density / T2 +/- tissue suppression, coronal spin echo GRE T1, axial FSE proton density / T2 +/- tissue suppression*(Fathur, 2021)(Westbrook et al, 2014).

Penggunaan *coil* sangat berperan dalam menghasilkan gambaran yang lebih baik serta pemakaian *coil* yang tepat akan menghasilkan gambar informatif. Pemeriksaan MRI *Knee Joint* menggunakan *coil extremity (knee coil)* yang dirangcang khusus untuk pemeriksaan MRI *knee joint* dan *surface coil (flex coil)* yang biasa digunakan dalam pemeriksaan *extremitas* pada organ anatomi kecil seperti *knee joint, elbow joint* dan payudara yang membutuhkan *surface coil* untuk meningkatkan *spatial resolution* dan SNR. Penggunaan *flex coil* yang mana penempatannya harus dekat atau menyentuh kulit dengan organ yang akan diperiksa membuat kurang nyaman merasa hangat selama pemeriksaan. *Coil* ini merupakan *coil transceiver* yang berfungsi sebagai pemancar sekaligus penerima (Westbrook et al, 2014). Pada penelitian sebelumnya dilakukan oleh Ayu Lestari Tjaling pada tahun 2015, hasil yang dapat disimpulkan bahwa terdapat banyak perbedaan pada kualitas kontras dan tidak terdapat perbedaan pada *spatial resolution* dan *noise* dari hasil perbandingan *Coil Genu* dan *Surface Coil* pada pemeriksaan MRI *Genu* di Rumah Sakit Premier Bintaro. Sedangkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Pipin Adha Supriyanto pada tahun 2015 yang dapat disimpulkan bahwa terdapat sedikit perbedaan pada kualitas kontras dan anatomi tetapi memiliki banyak perbedaan pada aspek resolusi dan *noise* dari hasil perbandingan *Shoulder Coil* dan *Flex M Coil* pada pemeriksaan MRI *Shoulder Joint* di rumah sakit Premier Bintaro.

Dari hasil observasi dan wawancara dengan radiographer di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Universitas Hasanudin Makassar terkait jumlah pemeriksaan MRI *knee joint* selama 3 bulan terakhir dari bulan maret, april dan mei terjadi peningkatan pada bulan mei. Dimana pada bulan maret sebanyak 5 (30%), bulan april sebanyak 3 (20%) dan pada bulan mei sebanyak 4 (25%). SOP tentang pemeriksaan *knee joint* di Rumah Sakit Universitas Hasanudin Makassar menggunakan *knee coil* sedangkan *flex coil* tidak digunakan. Namun pada kasus tertentu seperti ada benjolan yang tidak bisa ditekan oleh *knee coil* maka *flex coil* yang digunakan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif deskriptif yang bersifat eksperimen (Sugiyono 2017). Metode kuantitatif yang bersifat eksperimen dilakukan di Instalasi Radiologi RS. Universitas Hasanuddin pada bulan Juli 2022. Populasinya adalah sukarelawan yang bersedia menjalani pemeriksaan MRI lutut di instalasi radiologi RS. Universitas Hasanuddin Makassar dengan jumlah 10 sukarelawan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

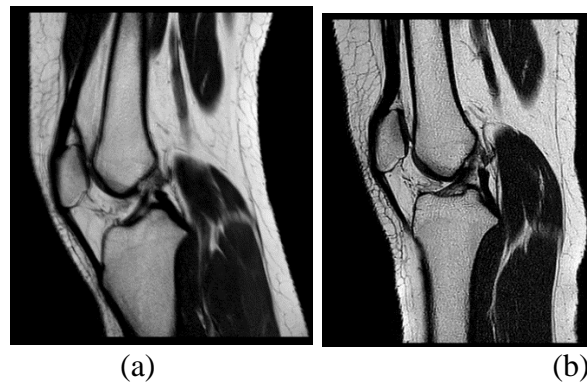
Pada penelitian ini sampel yang digunakan yaitu sukarelawan dengan umur 20-21 tahun di instalasi radiologi RS. Universitas Hasanuddin pada periode bulan Juli 2022, dimana terdapat 10 sukarelawan yang memenuhi kriteria penelitian yang terdiri dari 2 sukarelawan laki-laki dan 8 sukarelawan perempuan dengan rata-rata usia 21 tahun.

**Tabel 1. Deskripsi sampel berdasarkan usia**

Usia (Tahun)	Jumlah	Persentase
21	4	40%
22	6	60%
Total	10	100%

Sumber: Data Penelitian, 2022

Hasil gambar MRI Lutut irisan *sagittal* dengan sekuen T2W\_TSE\_Sag menggunakan *knee coil* dan *volume coil*, terlihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Gambar Sagittal MRI Lutut menggunakan : (a) *Knee Coil* (b) *Surface Coil*

**Tabel 2.** Rekapitulasi nilai SNR anatomi *Knee Joint* potongan *sagittal* sekuen T2W\_TSE\_Sag dengan *Knee Coil*

SNR Anatomi <i>Knee</i> Menggunakan <i>Knee Coil</i>						
SAMPEL	FR	MS	TA	PA	Total	Rata-Rata
1	66.58	15.49	56.99	56.85	195.92	48.98
2	123.52	41.31	108.85	11.16	284.84	71.21
3	105.16	12.28	94.12	96.44	307.99	77.00
4	112.34	19.66	103.44	76.45	311.89	77.97
5	88.03	13.19	80.17	73.96	255.34	63.84
6	102.75	5.23	102.98	93.97	304.93	76.23
7	164.33	11.46	155.08	121.81	452.69	113.17
8	155.69	11.48	161.07	128.20	456.44	114.11
9	67.22	7.76	58.73	58.58	192.29	48.07
10	90.40	90.40	101.27	87.33	369.40	92.35
<b>Total</b>	<b>1076.03</b>	<b>228.25</b>	<b>1022.70</b>	<b>804.75</b>	<b>3131.73</b>	<b>782.93</b>
<b>Rata-Rata</b>	<b>107.60</b>	<b>22.83</b>	<b>102.27</b>	<b>80.47</b>	<b>313.17</b>	<b>31.32</b>

Sumber: Data Penelitian, 2022

Tabel 2, merupakan rekapitulasi nilai SNR anatomi *Knee Joint* potongan saggital menggunakan teknik ROI. Hasil perhitungan objektif (teknik ROI) nilai SNR anatomi *knee joint* potongan menggunakan *Knee Coil* yaitu 31.32.

**Tabel 3.** Rekapitulasi nilai SNR anatomi *Knee Joint* potongan *sagittal* sekuen T2W\_TSE\_Sag dengan *Flex Coil*

SNR Anatomi <i>Knee</i> Menggunakan <i>Flex Coil</i>						
SAMPEL	FR	MS	TA	PA	Total	Rata-Rata
1	37.47	4.19	61.82	34.18	137.65	34.41
2	45.22	4.68	48.58	42.04	140.52	35.13
3	59.66	5.92	50.45	50.45	166.47	41.62
4	46.84	4.49	55.88	46.18	153.39	38.35
5	42.32	3.82	38.94	30.69	115.77	28.94

SAMPEL	FR	MS	TA	PA	Total	Rata-Rata
6	58.61	4.65	63.51	54.54	181.30	45.33
7	67.87	5.90	67.30	52.50	193.56	48.39
8	56.29	4.07	48.62	47.28	156.26	39.07
9	54.62	7.18	50.66	51.07	163.52	40.88
10	42.20	4.30	45.66	36.90	129.06	32.26
<b>Total</b>	<b>511.09</b>	<b>49.19</b>	<b>531.43</b>	<b>445.81</b>	<b>1537.52</b>	<b>384.38</b>
<b>Rata-Rata</b>	<b>51.11</b>	<b>4.92</b>	<b>53.14</b>	<b>44.58</b>	<b>153.75</b>	<b>15.38</b>

Sumber: Data Penelitian, 2022

Tabel 3, merupakan rekapitulasi nilai SNR anatomi *Knee Joint* potongan *saggital* menggunakan teknik ROI. Hasil perhitungan objektif (teknik ROI) nilai SNR anatomi *knee joint* potongan *sagittal* menggunakan *flex coil* yaitu 15.38.

**Tabel 4. Uji Normalitas data SNR anatomi Knee Joint menggunakan Knee Coil dan Flex Coil**

Coil	Shapiro- Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Knee Coil	0.919	10	0.352
Flex Coil	0.988	10	0.993

Sumber: Data Penelitian, 2022

Tabel 4, menjelaskan bahwa uji signifikan rata-rata SNR anatomi *Knee Joint* menggunakan *Knee Coil* memiliki  $p$  value (sig.) = 0.352 ( $p < 0,05$ ) dan menggunakan *Flex Coil*  $p$  value = 0.993 ( $p < 0,05$ ) maka distribusi data normal. Karena data berdistribusi normal maka data diuji menggunakan *Paired-Sample T Test*.

**Tabel 5. Perbedaan Kualitas Citra SNR Pada Pemeriksaan MRI Knee Joint Dengan Menggunakan Knee Coil Dan Flex Coil**

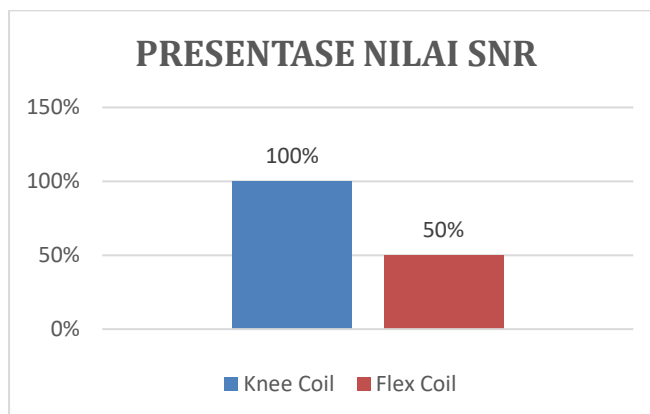
		Paired-Sample T Test		Paired Differences			
Mean		Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		T	Sig. (2-tailed)
				Lower	Upper		
Pair 1	Volume Coil Surface Coil	39.8560	21.3814	24.56061	55.15139	5.89	0.000
		0	8			5	

\* Uji *Paired-Sample T Test*

Sumber: Data Penelitian, 2022

Tabel 5, besar nilai Sig. (2-tailed) menunjukkan nilai keputusan hipotesis, setelah dilakukan analisis menggunakan *software* perhitungan statistik, *Paired-Sample T Test* diperoleh hasil  $p$  value = 0.000 ( $p < 0.05$ ), sehingga  $H_a$  diterima dengan hasil demikian

terdapat perbedaan kualitas citra dalam aspek SNR anatomi *knee* antara yang menggunakan *knee coil* dan *flex coil*.



**Grafik 1. Presentase nilai SNR anatomi *Knee* menggunakan *knee coil* dan *flex coil* (nilai SNR anatomi *knee* menggunakan *knee coil* dijadikan acuan, 31.32=100%)**

Dengan menjadikan nilai SNR anatomi *knee joint* menggunakan *flex coil* sebagai nilai SNR optimal pada pemeriksaan MRI *knee joint* (31.32=100%) maka didapatkan presentase nilai SNR anatomi *knee* menggunakan *flex coil* (15.38=50%). Sehingga didapatkan selisih presentase antara nilai SNR anatomi *knee* menggunakan *knee coil* dan *flex coil* adalah 50%.

**Tabel 6. Hasil Uji Beda Kedua Coil Mean Rank**

Jenis Coil	Jumlah
Knee Coil	2.00
Flex Coil	1.00

\* Uji *Friedman*

Sumber: Data Penelitian, 2022

Tabel 6, menunjukkan hasil uji analisis menggunakan *uji friedman* dari *mean rank knee coil* dan *flex coil*. Berdasarkan uji ini dapat diketahui nilai *mean rank knee coil* sebesar 2.00 sehingga menunjukkan *knee coil* yang lebih baik digunakan dalam pemeriksaan MRI *knee joint* untuk menghasilkan kualitas citra yang optimal dalam membantu menegakkan diagnosa.

## PEMBAHASAN

### Perbedaan Kualitas Citra Pada Pemeriksaan MRI *Knee Joint* Menggunakan *Knee Coil* dan *Flex Coil*

Hasil perhitungan nilai SNR pemeriksaan MRI *knee joint* pada anatomi *knee* seperti *femur*, *meniscus*, *tibia* dan *patella* menggunakan *knee coil* dan *flex coil* pada 10 sukarelawan dapat dilihat dari analisis menggunakan uji normalitas kemudian *Paired-Sample T Test* didapatkan nilai signifikansi/nilai *p value*= 0.000 sehingga dapat disimpulkan  $H_0$  diterima yaitu terdapat perbedaan kualitas citra dalam aspek SNR pada hasil citra pemeriksaan MRI *knee* menggunakan *coil* yang berbeda (*knee coil* dan *flex coil*). Hal ini sesuai dengan teori yang pada buku “MRI in Practice” oleh Catherine Westbrook yang menyebutkan salah satu hal yang mempengaruhi SNR yakni *coil*

radiofrekuensi. RF *coil* ini berfungsi membangkitkan dan memberikan RF serta mendeteksi sinyal. *Coil* pemancar berguna untuk memancarkan gelombang radio pada inti atom yang terlokalisir sehingga terjadilah fase eksitasi. Sedangkan *coil* penerima berguna untuk menerima sinyal *output* dari sistem setelah fase eksitasi terjadi. Pemilihan jenis *coil* yang tepat akan berpengaruh dalam menghasilkan nilai SNR yang maksimal. SNR merupakan salah satu faktor penentu kualitas citra MRI, SNR merupakan faktor yang paling menentukan kualitas citra MRI.

Dalam penelitian dengan perhitungan objektif nilai SNR sebagaimana dapat dilihat pada tabel 4.7, nilai SNR anatomi *knee joint* menggunakan *ankle coil* berada pada rentang 48.07-114.11 dengan nilai rata-rata 31.32, sementara itu nilai SNR MRI *knee joint* menggunakan *flex coil* pada tabel 4.8 berada pada rentang 28.94-48.39 dengan nilai rata-rata 15.38. Dari hasil perhitungan tersebut diketahui nilai rata-rata SNR anatomi *knee joint* menggunakan *knee coil* lebih tinggi dibandingkan dengan nilai rata-rata SNR anatomi *knee joint* menggunakan *flex coil*. Dengan nilai SNR anatomi *knee joint* menggunakan *knee coil* dijadikan acuan,  $31.32 = 100\%$ , maka diperoleh nilai SNR anatomi *knee joint* menggunakan *flex coil*, maka perbedaan antara SNR anatomi *knee joint* menggunakan *knee coil* dengan *flex coil* hanya sekitar 50%.

#### **Kualitas Citra *Knee Coil* Dan *Flex Coil* Pada Pemeriksaan MRI *Knee Joint***

Pada pemeriksaan MRI *knee joint* menggunakan *knee coil* dan *flex coil* setelah dilakukan perhitungan nilai SNR masing-masing *coil* didapatkan rata-rata nilai SNR pada *knee coil* sebesar 31,32 nilai ini lebih tinggi dari hasil citra MRI menggunakan *flex coil* yang mempunyai rata-rata nilai SNR yaitu 15.38. Berdasarkan nilai *signal to noise ratio* pemeriksaan MRI *knee joint* tersebut maka didapatkan fakta bahwa pada pemeriksaan MRI *knee joint* menggunakan *knee coil* kualitas citra yang dihasilkan lebih optimal dan lebih baik dalam membantu menegakkan diagnosa jika dibandingkan dengan menggunakan *flex coil*. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Apriantoro, dkk (2019) bahwa *knee coil* memiliki kualitas citra dengan SNR anatomi yang lebih optimal dibandingkan dengan *flex coil*. Kelebihan *knee coil* ialah desainnya yang berbentuk *volume* mengikuti bentuk *knee* sehingga memberikan hasil gambaran yang homogen. Adapun kekurangan dari *flex coil* yaitu pada saat pemeriksaan MRI *knee joint* membutuhkan waktu yang lebih lama serta membutuhkan perhatian khusus saat memosisikan *knee joint* pasien agar dapat memberikan kualitas citra yang baik.

#### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa Perbedaan kualitas citra pada pemeriksaan MRI *knee joint* dengan menggunakan *knee coil* dan *flex coil* di Instalasi Radiologi RS. Universitas Hasanuddin Makassar berdasarkan data hasil perhitungan uji statistik nilai SNR anatomi *knee joint* terdapat perbedan terhadap kualitas citra yaitu SNR anatomi *knee joint* dengan menggunakan *knee coil* dan *flex coil* yang memiliki *p value/sig* keseluruhan 0.000 sehingga  $H_a$  diterima dan  $H_0$  ditolak. Hasil rata-rata *knee coil* (31.32) dan *flex coil* (15.38) sehingga nilai SNR pemeriksaan MRI *knee joint* menggunakan *knee coil* lebih tinggi dibandingkan *flex coil* dengan perbedaan SNR *flex coil* sekitar 50% dari SNR menggunakan *knee coil*. Kualitas citra *knee coil* dan *flex coil* pada pemeriksaan MRI *knee joint* yang optimal dan lebih baik dalam membantu menegakkan diagnosa yaitu *knee coil* karena nilai rata-rata SNR pada *knee coil* lebih tinggi dibandingkan dengan *flex coil* yaitu 31.32 dan nilai *mean ranknya* yaitu 2.00 sehingga lebih tinggi dibandingkan dengan *flex coil*. Untuk Institusi, pada saat pemeriksaan MRI *knee joint* menggunakan *flex coil*

radiografer harus memberikan perhatian khusus pada saat pemasangan *coil* seperti melakukan fiksasi pada kaki pasien yang diperiksa. Untuk Peneliti Selanjutnya, sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut menggunakan sekuens dan potongan yang berbeda serta anatomi *knee joint* dalam menilai SNR yang lebih bervariasi untuk mengetahui perbedaan kualitas citra dalam aspek SNR pada pemeriksaan MRI *knee joint* menggunakan *knee coil* dan *flex coil* dengan pesawat 1,5 Tesla. Penelitian lebih lanjut bisa menggunakan pasien atau klinis pada *knee joint* serta bisa diukur kualitas citra MRI selain SNR.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Asih Puji Utami, SKM, M.Kes (2018). Radiologi Dasar 1.pdf. Magelang: Inti Medika Pustaka.
- Jatmiko AW, Wandani CA, Istigfarisky LW. Efek Pemakaian Kontras Untuk Optimalisasi Citra Pada Pemeriksaan Diagnostik Magnetic Resonance Imaging (MRI). 2021;23:12.
- Muzamil A, Indri NV, Astuti SD, Prijo TA. Optimalisasi Citra Axial Sequence T2 Gradient Echo Dengan Variasi Bandwidth Dan Time Echo Pada MRI Shoulder Untuk Mengurangi Susceptibility Artifacts Dan Chemical Shift. J Health. 2018 Jul 31;5(2):40–9.
- Westbrook C, Kaut-Roth C, Talbot J. MRI in practice. 4. ed. Oxford: Wiley-Blackwell; 2011. 442 p. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- EC. PEARCE (2016). Anatomi Dan Fisiologi Untuk Paramedis.pdf. Semarang: Inti Medika Pustaka.
- Fathur Rahman Hidayat. Peranan Irisan Sagita Oblik Dan Kornal Oblik Pada Pemeriksaan MRI Knee Joint Dengan Klinis Cedera Anterior Cruciate Ligament (ACL). 2021 AUGUST.pdf.
- Westbrook C. (2014) Handbook of MRI Technique. :394. (4th ed.). Wiley Blackwell. Oxford.
- Pratama AD. Intervensi Fisioterapi Pada Kasus Osteoarthritis Genu Di RSPAD Gatot Soebroto. 2019;1:14.
- Michael Schünke (2013). Prometheus. Atlas Anatomi Manusia Edisi 3.pdf. EGC.
- Saraswati DL. Variasi Ukuran dan Variasi Karakteristik Morfologi Femur Laki- laki dan Perempuan. 2018:10.
- Maulana R. Tibial Stress Fracture. 2015;15:6. ISSN:1026.
- Analisis Informasi Anatomi Antara Sekuens T2wi Fse Dan Proton Density Fat Saturation Pada Pemeriksaan MRI Knee Jointpotongan Sagital (Studi pada Anterior Cruciate Ligament (ACL) dan Posterior Cruciate Ligament (PCL)). 2016. 2(2):5. <https://doi.org/10.31983/jimed.v2i2.3180>
- Boroh Z, Cahyani N. Penatalaksanaan Cedera Tendinitis Patella Pada Atlet Bulutangkis. : 2016 :20.
- Efek Penambahan Roll – Slide Fleksi Ekstensi Terhadap Penurunan Nyeri Pada Osteoarthritis Sendi Lutut. 2012;12:19.



Astuti SD, Astutik NVI, Muzamil A. Optimalisasi Parameter Bandwidth dan Time Echo untuk Mengurangi Susceptibility Artifacts dan Chemical Shift pada MRI. *J Biosains Pascasarj.* 2017 Dec 1;19(3):237.

Westbrook, 2019, *MRI in Practice.pdf.* (5th ed.). Wiley Blackwell.

Westbrook C. 2016 *MRI at a Glance, Third Edition.* :138. John Wiley & Sons, Ltd

Notosiswoyo M, Suswati S. *Pemanfaatan Magnetic Resonance Imaging (MRI).* 2004;6.

Möller TB, Reif E. *MRI parameters and positioning.* 2nd ed. Stuttgart ; New York: Thieme; 2010. 341 p. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324>. 00