



**DAYA TERIMA DAN KADAR ZAT BESI (FE) SERUNDENG AMPAS
KELAPA**

Kadek Yuda Astina¹, I Bagus Gede Dharmawan¹, I Putu Bagus Pudja Erdika²

¹Prodi Sarjana Terapan Teknologi Radiologi Pencitraan, ATRO Bali

²RSU Kasih Ibu Denpasar

Email: yudaastina@atro-bali.ac.id

ABSTRACT

Knee Coil is a volume coil that can act as a transmitter and receiver at the same RF signal. Flex Coil is a surface coil which has a high SNR for a superficial examination (a small organ). The purpose of this research is to know comparison the value of signal to noise ratio (SNR) and higher the value of signal to noise ratio (SNR) at MRI Wrist Joint examination using Knee Coil and Flex Coil. Type of this research is quantitative experimental approach. The research data which 10 samples. Assessments are performed on the whole Wrist Joint and per anatomic criteria subjectively Carpometacarpal Joint, Midcarpal Joint, Radiocarpal Joint, Schapoid, Lunatum dan Triquetrum. Then the results of the data in Paired T-Test tested. Test results that there are differences in comparison the value of signal to noise ratio (SNR) at MRI Wrist Joint examination using Knee Coil and Flex Coil which has a smaller p Value ($<0,05$) per anatomic criteria and whole Wrist Joint. This is consistent with the results of the calculation of the average SNR value on the higher Knee Coil that is 143.84 because the coil acts as transreceiver and has two preamplifiers so as to improve the SNR. Conclusion: There is a difference in comparison the value of Signal To Noise Ratio (SNR) at MRI Wrist Joint examination using Knee Coil and Flex Coil.

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

PENDAHULUAN

Magnetic resonance imaging (MRI) telah terbukti menjadi modalitas pencitraan unggul yang mampu menilai berbagai anatomi dan patologi mulai dari cedera ligamen hingga lesi tulang rawan artikular pada hampir setiap sendi dalam tubuh. Pemeriksaan MRI memiliki sensitivitas, spesififikasi dan akurasi masing-masing 100%, 86% dan 90% dalam mendeteksi *Wrist Joint* (Lee et al., 2013). Pemeriksaan konvensional MRI *Wrist Joint* dapat dilakukan dengan kekuatan magnet menengah 1,5 Tesla atau lebih tinggi (Susanto F, 2019). *Wrist Joint* merupakan salah satu sendi pada anggota gerak atas dan merupakan unit yang kompleks dari persendian kecil-kecil dan sangat aktif untuk digunakan hampir terus-menerus (Vassa et al., 2020). Variasi mobilitas yang tinggi serta kompleksnya komponen penyusun menyebabkan *Wrist*

Joint rentan mengalami proses patologis (Hendriawan et al., 2019)

Pemeriksaan *Wrist Joint* menggunakan MRI dapat dilakukan dengan aman, tanpa radiasi, dan dapat dilihat dari potongan axial, sagital, coronal tanpa mengubah posisi pasien. Protokol rutin pemeriksaan MRI *Wrist Joint* meliputi koronal STIR/TIRM, koronal T2WI TSE (fat suppression), koronal T1WI SE/GRE, axial T2WI TSE atau T1WI (fat suppression) dan koronal 3D FFE fat saturated (Susanto F, 2019). Dalam melakukan pemeriksaan MRI *Wrist Joint* perlu memperhatikan Radiofrequency (RF) coil yang digunakan untuk menghasilkan informasi citra yang optimal (Hendriawan et al., 2019; 2019; Westbrook, 2014)

Untuk mendapatkan kualitas citra yang baik pada radiofrequency (RF) coil maka dirancang coil sesuai dengan

pemeriksaan dengan berbagai tipe ukuran agar dapat disesuaikan dengan bagian tubuh yang diperiksa. Koil RF terbagi dalam tiga kategori yaitu koil pemancar (transmitter), koil penerima (receiver coil), dan koil pemancar serta penerima (transreceiver coil)(Wu et al., 2015). Beberapa jenis RF coil pada pemeriksaan MRI yaitu Volume Coil (contohnya Knee Coil dan head coil), Surface Coil (contohnya shoulder coil, neck coil dan flex/multipurpose coil), Phased Array Coil (contohnya body array coil dan spine array coil), dan Quadrature Coil(IEEE, 2016; Putra et al., 2019)

Volume coil digunakan untuk gambar dengan area yang relatif luas dan menghasilkan SNR yang seragam selama keseluruhan pencitraan. Koil jenis ini merupakan koil transreceiver yang berfungsi sebagai pemancar dan juga sebagai penerima, digunakan untuk pemeriksaan kepala, ekstremitas, abdomen, dan pelvis. Namun, meskipun volume coil bertanggung jawab atas eksitasi yang seragam di area yang luas, karena ukurannya yang besar, umumnya menghasilkan gambar dengan SNR lebih rendah daripada jenis koil lainnya(Luthfiani et al., 2018) (Nurhikmah, 2022). Surface coil ditempatkan dekat dengan objek (sumber sinyal). Keuntungan dari koil jenis ini adalah memiliki SNR yang tinggi untuk pencitraan struktur superficial. Secara tradisional surface coil digunakan untuk memperbaiki SNR saat organ yang

diperiksa dekat dengan koil, yang biasanya memiliki SNR yang tinggi(Westbrook, 2019).

Pemeriksaan MRI Wrist Joint adalah untuk mendapatkan citra dengan informasi diagnostik dalam waktu pemeriksaan yang tidak terlalu lama. Untuk mencapai itu, harus dipahami apa yang menyebabkan sebuah citra sangat baik kualitasnya(Vassa et al., 2020). Kualitas citra MRI yang optimal ditentukan oleh tiga karakteristik, yaitu spatial resolution, signal to noise ratio (SNR), contrast to noise ratio (CNR). Spatial resolution merupakan kemampuan untuk membedakan antara dua titik secara terpisah dan jelas, berfungsi untuk melihat ketajaman pada gambar dalam mengidentifikasi obyek yang kecil. SNR yaitu perbandingan antara besarnya amplitudo sinyal dengan amplitudo noise yang mana nilai SNR tersebut digunakan sebagai kriteria untuk menentukan kualitas citra. CNR adalah perbedaan SNR antara organ yang saling berdekatan. CNR yang baik dapat menunjukkan perbedaan daerah yang patologis dan daerah sehat(Westbrook, 2014). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan nilai SNR pada MRI Wrist Joint dengan menggunakan Knee Coil dan Flex Coil serta menentukan penggunaan Knee Coil dan Flex Coil pada pemeriksaan MRI Wrist Joint yang paling optimal.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan quasi eksperimen (Putri et al., 2021). Penelitian ini menggunakan desain *one group post test only*, dimana observasi dilakukan pada satu kelompok setelah pemberian intervensi (post test), tidak terdapat kelompok kontrol untuk dilakukan perbandingan. Intervensi yang diberikan adalah variasi RF coil pada pemeriksaan MRI Wrist Joint dengan menggunakan Knee Coil dan Flex Coil.

Variabel yang digunakan dalam penelitian adalah variabel bebas yaitu penggunaan RF Coil pada MRI Wrist Joint

yaitu Knee Coil dan Flex Coil, variabel terikat yaitu Signal to Noise Ratio (SNR). Serta variabel terkontrol yaitu adalah MRI 1,5 Tesla, *sequence* yang digunakan, *Time Repetation* (TR), *Time Echo* (TE), *Field of View* (FOV), *Slice Thickness*, *Flip Angel*, *Bandwitch*, *Number of Excitation* (NEX), irisan/potongan, dan *Region of Interest* (ROI).

Penelitian ini dilakukan di Unit Radiologi RSUD Kasih Ibu Denpasar. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pasien dengan pemeriksaan Wrist Joint dengan sampel pada penelitian ini 10 orang pasien.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pemeriksaan MRI

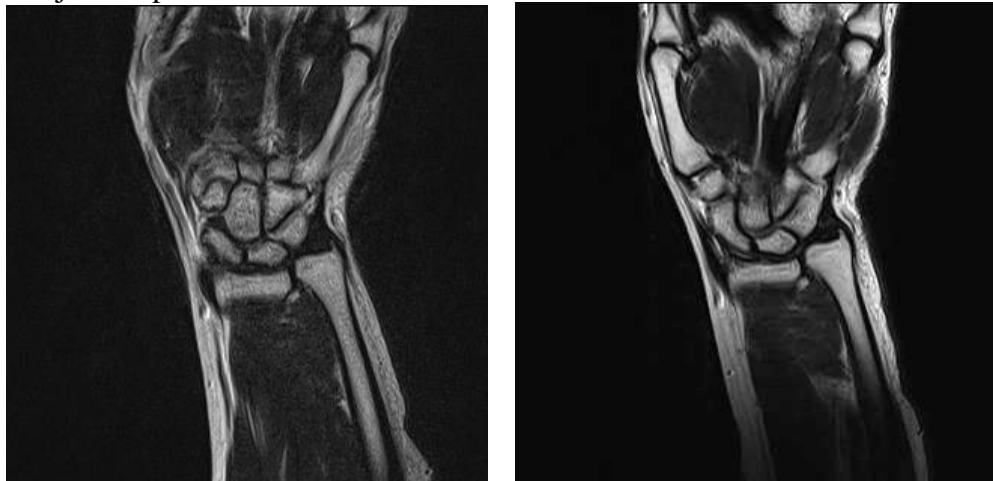
Setiap pasien dilakukan pemeriksaan MRI Wrist Joint dengan menggunakan Coil yang berbeda yaitu Knee Coil dan Flex

Coil tetapi parameter pemeriksaannya sama, seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Pemeriksaan MRI *Wrist Joint*

No	Parameter	Nilai
1	<i>Sequence</i>	<i>Turbo Spin Echo</i>
2	Pembobotan	<i>T2 Weighted</i>
3	<i>Slice Plane</i>	<i>Coronal</i>
5	TE	74 ms
6	TR	4000 ms
7	<i>Slice Thickness</i>	3,0 mm
8	FOV	180 mm
9	<i>Average/NSA/NEX</i>	1
10	<i>Distance Factor</i>	30 %
11	FA	150°
12	<i>Matrix</i>	512
13	<i>Bandwidth</i>	110
14	WW	1000
15	WL	500
16	<i>Multi Slice</i>	19

Hasil Citra MRI *Wrist Joint* dengan menggunakan *Knee Coil* dan *Flex Coil* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Perbandingan Hasil citra MRI *Wrist Joint* (volunter 1) (a) Menggunakan *Flex Coil* (b) Menggunakan *Knee Coil*

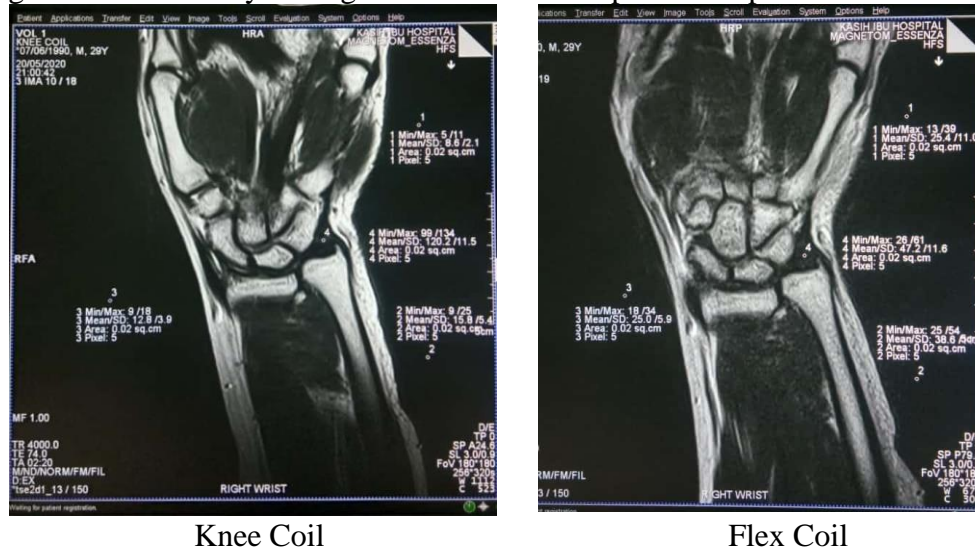
B. Hasil Pengukuran Kualitas Citra (SNR)

Perhitungan nilai SNR dilakukan pada masing-masing organ yang ada pada citra, antara lain SNR Carpometacarpal Joint, SNR Midcarpal Joint, SNR Radiocarpal

Joint, SNR Schapoid, SNR Lunatum, dan SNR Triquetrum. Perhitungan dimulai dengan menempatkan ROI sebesar 2,0 mm² pada area Carpometacarpal Joint,

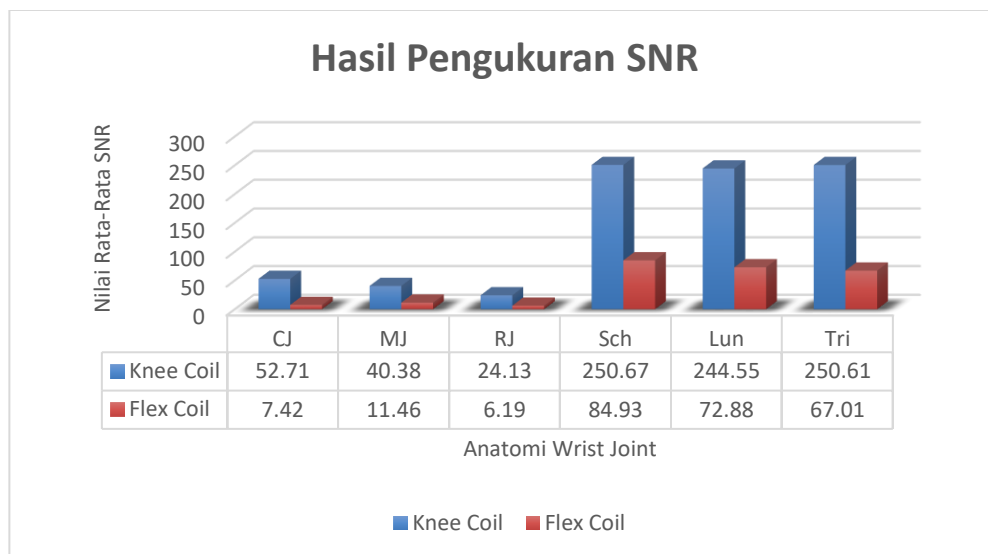
Midcarpal Joint, Radiocarpal Joint, os. Schapoid, os. Lunatum dan os. Triquetrum sebanyak satu titik dalam satu organ. Selanjutnya menempatkan ROI 2,0 mm² yang diletakkan pada daerah background noise diluar obyek sebanyak 3 titik berbeda yang kemudian nilainya dibagi 3

untuk mendapatkan rata-rata nilai. Perbandingan rata-rata nilai SNR organ dan SNR pada background noise ini yang kemudian dihitung rata-ratanya dan digunakan sebagai nilai SNR organ tersebut. Salah satu contoh pengukuran SNR dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2 Pengukuran SNR citra MRI *Wrist Joint*

Secara umum hasil perhitungan nilai SNR dapat ditunjukkan pada Gambar 3 berikut ini:



Gambar 3 Hasil Pengukuran Nilai SNR Citra MRI *Wrist Joint*

Hasil pengukuran SNR citra MRI *Wrist Joint* menggunakan *Knee Coil* pada anatomi *Carpometacarpal Joint* yaitu 52,71 sedangkan pada *Flex Coil* nilai rata-ratanya 7,42. Pada anatomi *Midcarpal Joint* nilai rata-rata SNR pada penggunaan *Knee Coil* yaitu 40,38 sedangkan pada *Flex Coil* nilai rata-ratanya 11,46. Pada anatomi *Radiocarpal Joint* nilai rata-rata SNR

pada penggunaan *Knee Coil* yaitu 24,13 sedangkan pada *Flex Coil* nilai rata-ratanya 6,19. Pada anatomi *Schopoid* nilai rata-rata SNR pada penggunaan *Knee Coil* yaitu 250,67 sedangkan pada *Flex Coil* nilai rata-ratanya 84,94. Pada anatomi *Lunatum* nilai rata-rata SNR pada penggunaan *Knee Coil* yaitu 244,55 sedangkan pada *Flex Coil* nilai rata-ratanya 72,88. Pada anatomi

Triquetrum nilai rata-rata SNR pada penggunaan *Knee Coil* yaitu 250,61

sedangkan pada *Flex Coil* nilai rata-ratanya 60,71.

C. Hasil Uji Statistik

Data hasil pengukuran SNR citra MRI Wrist Joint pada masing-masing anatomi baik menggunakan *Knee Coil* dan *Flex*

Coil didapatkan hasil uji deskriptif ditunjukkan pada table 2 dan tabel 3 sebagai berikut :

Tabel 2 Hasil Uji Deskriptif Pengukuran SNR MRI *Wrist Joint* per Kriteria Anatomi pada Penggunaan *Knee Coil*

Anatomi	Min	Max	Mean+SD
<i>Carpometacarpal Joint</i>	11,6	90,4	52,71+28,48
<i>Midcarpal Joint</i>	17,5	77,7	40,38+18,37
<i>Radiocarpal Joint</i>	6,4	74,3	24,13+19,15
<i>Schapoid</i>	125,7	323,7	250,67+58,73
<i>Lunatum</i>	115,5	304,2	244,55+52,99
<i>Triquetrum</i>	121,6	350,5	250,61+71,13

Tabel 3 Hasil Uji Deskriptif Pengukuran SNR MRI *Wrist Joint* per Kriteria Anatomi pada Penggunaan *Flex Coil*

Anatomi	Min	Max	Mean+SD
<i>Carpometacarpal Joint</i>	1,1	16,1	7,42+5,08
<i>Midcarpal Joint</i>	4	25,7	11,46+7,85
<i>Radiocarpal Joint</i>	1,1	14,2	6,19+3,83
<i>Schapoid</i>	19,2	136,4	84,93+45,76
<i>Lunatum</i>	20,1	129,4	72,88+36,30
<i>Triquetrum</i>	9,6	136	67,01+45,61

Uji statistik Paired T-test pada perbedaan nilai SNR per kriteria anatomi antara penggunaan *Knee Coil* dan *Flex Coil* pada

MRI *Wrist Joint* diperoleh hasil yang ditampilkan pada tabel 4 berikut ini :

Tabel 4 Hasil Uji Komparatif *Paired T-test* Pengukuran SNR MRI *Wrist Joint* per kriteria anatomi dengan Menggunakan *Knee Coil* dan *Flex Coil*

Anatomi	ρ Value
<i>Carpometacarpal Joint</i>	<0,001
<i>Midcarpal Joint</i>	0,001
<i>Radiocarpal Joint</i>	0,013
<i>Schapoid</i>	<0,001
<i>Lunatum</i>	<0,001
<i>Triquetrum</i>	<0,001

Berdasarkan hasil uji Komparatif *Paired T-test* Pengukuran SNR MRI *Wrist Joint* per kriteria anatomi dengan Menggunakan *Knee Coil* dan *Flex Coil* seperti dijabarkan pada table didapatkan hasil ρ Value untuk masing-masing anatomi *Wrist Joint* (*Carpometacarpal Joint*, *Midcarpal Joint*, *Radiocarpal Joint*, *Schapoid*, *Lunatum* dan *Triquetrum*) memiliki ρ Value < 0,05 sehingga dapat disimpulkan terdapat

perbedaan yang signifikan nilai SNR MRI *Wrist Joint* per kriteria anatomi dengan Menggunakan *Knee Coil* dan *Flex Coil*.

Nilai SNR yang optimal didukung juga dari nilai mean rank hasil uji Wilcoxon Signed Ranks Test yang telah dilakukan terhadap nilai SNR (lampiran), didapat hasil pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji *Wilcoxon Signed Ranks Test*

SNR pada	<i>Mean Rank</i>
<i>Knee Coil</i>	30,50
<i>Flex Coil</i>	<0,001

Tabel diatas memperlihatkan bahwa nilai *mean rank* pada penggunaan *Knee Coil* yaitu 30,50 lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan *Flex Coil* yaitu <0,001, sehingga nilai SNR yang optimal

pada pemeriksaan MRI *Wrist Joint* dengan menggunakan *Knee Coil* dan *Flex Coil* didapatkan pada penggunaan *Knee Coil* dengan *mean rank* yang lebih tinggi.

D. Perbedaan nilai SNR pada Pemeriksaan MRI *Wrist Joint* dengan Menggunakan *Knee Coil* dan *Flex Coil*

Dalam penelitian ini melibatkan 10 (sepuluh) volunteer dengan variasi umur dan jenis kelamin. Setiap volunteer dilakukan pemeriksaan MRI *Wrist Joint* dengan menggunakan *Knee Coil* dan *Flex Coil* pada T2 TSE potongan coronal. Pesawat yang digunakan adalah SIEMENS Magnetom Essenza 1,5 Tesla. Secara fungsional penggunaan *Knee Coil* ataupun *Flex Coil* sehari-harinya di RSU Kasih Ibu Denpasar memperhatikan kondisi dan keadaan pasien. Bila kondisi pasien kooperatif koil yang digunakan adalah *Knee Coil*, sedangkan bila pasien kurang nyaman dengan menggunakan *Knee coil* maka digunakanlah *Flex Coil*. Untuk menganalisa perbedaan informasi citra anatomi pada pemeriksaan MRI *Wrist Joint* antara penggunaan *Flex Coil* dan *Knee Coil* pada potongan tersebut maka dilakukan pengujian statistik dengan menggunakan *software* SPSS versi 25.

Berdasarkan hasil uji Komparatif *Paired T-test* Pengukuran SNR MRI *Wrist Joint* per kriteria anatomi dengan Menggunakan *Knee Coil* dan *Flex Coil* didapatkan hasil ρ *Value* untuk masing-masing anatomi *Wrist Joint* (*Carpometacarpal Joint*, *Midcarpal Joint*, *Radiocarpal Joint*, *Schopoid*, *Lunatum* dan *Triquetrum*) memiliki ρ *Value* < 0,05 sehingga terdapat perbedaan yang signifikan nilai SNR MRI *Wrist Joint* per kriteria anatomi dengan Menggunakan *Knee Coil* dan *Flex Coil*. Berdasarkan hasil uji komparatif *Wilcoxon* secara keseluruhan didapatkan

ρ *Value* (*sig. 2-tailed*) bernilai <0,001 ($p < 0,05$) berarti bahwa H_0 Ditolak dan H_a diterima yaitu ada perbedaan nilai SNR yang signifikan pada pemeriksaan MRI *Wrist Joint* dengan menggunakan *Knee Coil* dan *Flex Coil*.

Menurut Dale dkk., (2015) *Volume Coil* merupakan *Coil* yang dapat berperan sebagai pemancar sekaligus penerima sinyal RF (*Transreceiver*). Keuntungannya yaitu memiliki dua *preamplifier* (penerima dua sinyal) yang mendapatkan *phase* 90° yang berbeda sehingga dapat meningkatkan SNR dan mengurangi pulsa power sampai setengahnya. Desain sangkar burung menyebabkan *Volume Coil* (*Knee Coil*) unggul dalam menghasilkan homogenitas/keseragaman eksitasi RF dalam area yang luas, tetapi memiliki kekurangan pada saat organ target berukuran jauh lebih kecil dibandingkan dengan ruang coil karena akan banyak menerima kebisingan/*noise* sehingga akan terjadi penurunan SNR (Nurhikmah, 2022; Westbrook, 2019)

RF *Volume Coil* (*Knee Coil*) merupakan gulungan/kumparan berbentuk tangga melengkung seperti kandang burung dengan struktur logam silindris dan anak tangga periodik yang mendistribusikan kerapatan arus sinusoidal diseluruh permukaan silinder dengan sangat seragam. Bentuk kumparan yang silinder memberikan konstanta sudut putar balik terbaik pada obyek periksa, oleh karena itu *Volume Coil* sangat baik sebagai desain pencitraan seluruh volume pada struktur didekat permukaan obyek namun SNR yang dihasilkan tidak bisa

seragam (Vincent et al., 2017). SNR yang lebih tinggi akan dihasilkan pada obyek yang dekat dengan kumparan dan semakin jauh dari kumparan SNR akan semakin menurun, dengan kata lain besarnya SNR berbanding terbalik dengan diameter *Volume Coil*. (Arifah et al., 2017)

Berdasarkan teori yang telah dikemukakan di atas, terdapat kesesuaian dengan hasil penelitian yang menggunakan uji statistik maka dapat disimpulkan ada perbedaan nilai SNR yang signifikan pada pemeriksaan MRI *Wrist Joint* dengan menggunakan *Knee Coil* dan *Flex Coil*.

E. Penggunaan Knee Coil dan Flex Coil pada pemeriksaan MRI *Wrist Joint* terhadap nilai SNR yang paling optimal

Berdasarkan mean nilai SNR didapatkan bahwa untuk masing-masing anatomi (*Carpometacarpal Joint*, *Midcarpal Joint*, *Radiocarpal Joint*, *Scapoid*, *Lunatum* dan *Triquetrum*) nilai SNR pada penggunaan *Knee Coil* dari memiliki *mean* yang lebih besar dibandingkan dengan menggunakan *Flex Coil*, begitu juga untuk keseluruhan anatomi didapatkan mean SNR secara keseluruhan pada *Knee Coil* yaitu 143,84 lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan *Flex Coil* dengan *mean* SNR 41,65. Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa pada pemeriksaan

MRI *Wrist Joint* dengan menggunakan *Knee Coil* dan *Flex Coil* nilai SNR yang paling optimal didapatkan pada penggunaan *Knee Coil* dengan *mean* SNR yang lebih tinggi.

Menurut Vincent dkk., (2017) pada analisis MRI kuantitatif sangat diperlukan gambar dengan SNR yang tinggi, karena SNR yang tinggi artinya kualitas gambar juga tinggi. Semakin tinggi SNR gambar akan semakin akurat kuantifikasi pengukuran gambar dan semakin jelas gambar yang muncul. Usaha yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas gambar dengan cara meningkatkan SNR. Dengan parameter pemeriksaan yang sama dan fitur alat yang sama, yang bisa dilakukan yaitu dengan mengubah RF coil yang digunakan, karena untuk mendapatkan SNR yang tinggi pemilihan RF coil harus disesuaikan dengan keadaan obyek periksa. Sinyal RF yang dipancarkan / diterima tergantung pada banyaknya kumparan dan jumlah susunan anak tangga dalam Coil tersebut. Semakin banyak jumlah kumparan dan susunan anak tangga akan menghasilkan pemisahan energi pada keadaan paralel sehingga semakin banyak nuclei spin pada keadaan paralel akibatnya sinyal nuclei spin meningkat dan SNR juga meningkat (Nurhikmah, 2022; Westbrook, 2019).

KESIMPULAN

Ada perbedaan nilai SNR yang signifikan pada pemeriksaan MRI *Wrist Joint* dengan menggunakan *Knee Coil* dan *Flex Coil* yang ditunjukkan dengan nilai p value yang lebih kecil ($< 0,05$) baik untuk setiap kriteria anatomi *Wrist Joint* atau secara keseluruhan.

Nilai SNR yang optimal pada pemeriksaan MRI *Wrist Joint* didapatkan pada penggunaan *Knee Coil* dengan *mean* SNR yaitu 143,84 yang lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan *Flex Coil* dengan *mean* SNR 41,65.

DAFTAR PUSTAKA

Arifah, A. N., Kartikasari, Y., & ... (2017). Analisis Perbandingan Nilai Signal to Noise Ratio (SNR) pada Pemeriksaan MRI Ankle Joint dengan Menggunakan Quad Knee Coil dan Flex/Multipurpose Coil. *Jurnal Imejing* ... <https://ejournal.poltekkes-smg.ac.id/ojs/index.php/jimed/article/view/>

3188
Dale, B. M., Brown, M. A., & Semelka, R. C. (2015). *MRI Basic Principles and Applications* (Fifth). Wiley Blackwell.
Hendriawan, Kartili, M. I., & Dartini. (2019). Prosedur Pemeriksaan MRI *Wrist Joint* pada Kasus Disrupsi Distal Radioulnar Joint

- Dengan Menggunakan Genu Coil. *Jurnal Radiografer Indonesia*, 2(1), 40–47. <https://ejournal.pari.or.id/index.php/jri/article/download/32/30/>
- IEEE. (2016). *International Conference on Communication Systems and Networks (ComNet): 21-23 July 2016, Trivandrum, Kerala, India*. (21st-23 July 2016 ed.). Comnet.
- Lee, R. K. L., Ng, A. W. H., Tong, C. S. L., Griffith, J. F., Tse, W. L., Wong, C., & Ho, P. C. (2013). Intrinsic ligament and triangular fibrocartilage complex tears of the wrist: Comparison of MDCT arthrography, conventional 3-T MRI, and MR arthrography. *Skeletal Radiology*, 42(9), 1277–1285. <https://doi.org/10.1007/s00256-013-1666-8>
- Luthfiani, A., Abimanyu B., & Murniati, E. (2018). *Analisis Perbedaan Informasi Anatomi Penggunaan Coil CSpine-Adapter dan CSpine-Array Potongan Sagital T1 Fast Spin Echo Pada Pemeriksaan MRI Cervical*. Poltekkes Kemenkes Semarang.
- Nurhikmah. (2022). Perbedaan Kualitas Citra pada Pemeriksaan MRI Ankle Joint dengan Menggunakan Coil Ankle dan Flex Coil di Instalasi Radiologi RS Universitas Hasanuddin Makassar. *Jurnal Ilmiah Multi Disiplin Indonesia*, 2(2).
- Putra, C., Susanto, E., & Rochmayanti D. (2019). *Analisis Informasi Anatomi Dan Kualitas Citra Antara Penggunaan Knee Coil Dan Head Coil Pada Pemeriksaan MRI Ankle Joint Sequence Fast Spin Echo Pembobotan Proton Density Potongan Sagital*. Poltekkes Kemenkes Semarang.
- Putri, M. N., Katili, I., Hariri, A., Budiati, T. A., & Wibowo, G. M. (2021). Perbandingan Pengukuran Volume Tumor Brain MRI Menggunakan Teknik Manual Dan Metode Active Contour. *Jurnal Imejing Diagnostik*, 7(2), 94–97.
- Susanto F, M. D. F. (2019). *Analisis Teknik Denoising Weighted Bilateral Filter Dan Curvelet Transform Pada Citra Mri Wrist Joint: Studi Pada Sekuen T2 TSE FS SPAIR Potongan Koronal dengan Variasi Inversion Delay*. Poltekkes Kemenkes Semarang.
- Vassa, R., Garg, A., & Omar, I. M. (2020). Magnetic resonance imaging of the wrist and hand. In *Polish Journal of Radiology* (Vol. 85, Issue 1, pp. e461–e488). Medical Science International. <https://doi.org/10.5114/pjr.2020.99034>
- Vincent, D. E., Wang, T., Magyar, T. A. K., Jacob, P. I., Buist, R., & Martin, M. (2017). Birdcage volume coils and magnetic resonance imaging: A simple experiment for students. *Journal of Biological Engineering*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s13036-017-0084-1>
- Westbrook, C. (2014). *Handbook of MRI Technique* (NJ: Wiley-Blackwell, Ed.; 4th ed). Cambrige.
- Westbrook, C. (2019). *MRI at a Glance* (W. Jhon, Ed.; Fifth).
- Wu, X., Zhang, X., Tian, J., Schmitter, S., Hanna, B., Strupp, J., Pfeuffer, J., Hamm, M., Wang, D., Nistler, J., He, B., Vaughan, T. J., Ugurbil, K., & de Moortele, P. F. van. (2015). Comparison of RF body coils for MRI at 3T: A simulation study using parallel transmission on various anatomical targets. *NMR in Biomedicine*, 28(10), 1332–1344. <https://doi.org/10.1002/nbm.3378>