

ANALISIS PERBANDINGAN NILAI SNR DAN CNR PADA PEMERIKSAAN MRI WRIST JOINT DENGAN MENGGUNAKAN HEAD COIL DAN KNEE COIL

Anak Agung Gede Bhargawan^{1*}, Ni Luh Putu Ari Widiyanti¹, Kadek Yuda Astina¹, I Wayan Arie Sugiantara²

¹Aktek Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali

²Instalasi Radiologi RSUD Sanjiwani

*)Email Korespondensi: gungbhargawa11@gmail.com

Abstract: Comparative Analysis of SNR and CNR Values in MRI Examination of the Wrist Joint Using Head Coil and Knee Coil. *Magnetic Resonance Imaging (MRI) is a preferred imaging modality for visualizing soft tissues, particularly in musculoskeletal examinations of extremities such as the wrist joint. However, not all healthcare facilities are equipped with dedicated wrist coils; therefore, the use of head coils and knee coils as alternatives requires evaluation. This study aims to compare the Signal-to-Noise Ratio (SNR) and Contrast-to-Noise Ratio (CNR) values in wrist joint MRI examinations using the Proton Density (PD) SPAIR coronal sequence with head coils and knee coils. This research employed a quantitative approach with a one-group post-test-only experimental design. Six samples were examined using a 1.5 Tesla MRI scanner. The results of the paired t-test indicated that the knee coil produced significantly higher SNR and CNR values compared to the head coil in several anatomical structures ($p < 0.05$). In conclusion, the findings suggest that the knee coil can serve as a viable alternative diagnostic coil for wrist joint MRI examinations, particularly in healthcare facilities lacking a dedicated wrist coil.*

Keywords : CNR, Head Coil, Knee Coil, MRI, SNR, Wrist Joint

Abstrak: Analisis Perbandingan Nilai SNR dan CNR Pada Pemeriksaan MRI Wrist Joint Dengan Menggunakan Head Coil dan Knee Coil. *Magnetic Resonance Imaging (MRI) merupakan modalitas pencitraan unggulan untuk visualisasi jaringan lunak, khususnya dalam pemeriksaan muskuloskeletal ekstremitas seperti wrist joint. Tidak semua fasilitas kesehatan memiliki wrist coil khusus, sehingga penggunaan head coil dan knee coil sebagai alternatif perlu dievaluasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan nilai Signal-to-Noise Ratio (SNR) dan Contrast-to-Noise Ratio (CNR) pada pemeriksaan MRI wrist joint sekuens Proton Density (PD) SPAIR coronal menggunakan head coil dan knee coil. Metode penelitian ini bersifat kuantitatif dengan desain eksperimen one group post-test only. Enam sampel diperiksa menggunakan MRI 1,5 Tesla. Hasil uji paired t-test menunjukkan bahwa knee coil menghasilkan nilai SNR dan CNR lebih tinggi secara signifikan dibandingkan head coil pada beberapa struktur anatomi ($p < 0.05$). Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa knee coil dapat digunakan sebagai alternatif coil diagnostik pada pemeriksaan MRI wrist joint, terutama di fasilitas yang tidak memiliki wrist coil khusus.*

Kata Kunci : CNR, Head Coil, Knee Coil, MRI, SNR, Wrist Joint

PENDAHULUAN

Magnetic Resonance Imaging (MRI) merupakan modalitas pencitraan non-invasif yang unggul dalam menampilkan struktur jaringan lunak tubuh manusia. Berbeda dengan CT Scan atau radiografi konvensional yang menggunakan radiasi pengion, MRI memanfaatkan medan magnet kuat dan gelombang radio untuk menghasilkan

gambar resolusi tinggi tanpa risiko biologis signifikan (Panych & Madore, 2018). Teknologi ini memberikan kontras jaringan lunak yang lebih baik, memungkinkan evaluasi yang lebih detail terhadap struktur internal tubuh, terutama sistem muskuloskeletal (Alizai et al., 2015; Helmin Rumbiak et al., 2024). Dalam konteks ekstremitas, MRI

menjadi pilihan utama untuk menilai kelainan pada sendi, tulang rawan, ligamen, dan tendon karena sensitivitasnya terhadap perbedaan intensitas jaringan lunak (Romei et al., 2021; Yi et al., 2018). MRI muskuloskeletal adalah pencitraan pada *wrist joint* yang kompleks. *Wrist joint* terdiri atas berbagai struktur anatomi penting seperti *triangular fibrocartilage complex* (TFCC), ligamen interkarpal dan radiokarpal, tulang rawan artikular, serta kanal tendon yang memainkan peran krusial dalam fungsi motorik dan stabilitas tangan (Tiburzi et al., 2025; Yoshioka & Burns, 2012). Cedera pada TFCC maupun ligamen sering terjadi pada kasus trauma, atau kondisi inflamasi seperti *rheumatoid arthritis* (Kesav et al., 2024; Lee et al., 2024). Untuk mengidentifikasi kelainan tersebut secara akurat, diperlukan pencitraan berkualitas tinggi, salah satunya melalui sekuens *Proton Density* (PD) SPAIR coronal yang dikenal mampu menampilkan kontras jaringan lunak halus secara optimal (Choo & Nuelle, 2024; Daun et al., 2020).

Coil MRI berfungsi sebagai alat penerima sinyal (*receiver*) yang memengaruhi kualitas akhir gambar. Desain dan jenis *coil* sangat menentukan nilai *signal-to-noise ratio* (SNR) dan *contrast-to-noise ratio* (CNR), serta resolusi spasial gambar. *Coil* yang dirancang secara khusus untuk area anatomi tertentu seperti *wrist coil* mampu meningkatkan efisiensi akuisisi sinyal karena menyesuaikan bentuk anatomi (Kwok, 2022; Reghunath et al., 2022). Oleh sebab itu, penggunaan *dedicated coil* menjadi salah satu kunci dalam menghasilkan pencitraan muskuloskeletal yang optimal, terutama pada struktur kecil seperti pergelangan tangan (Aboregela et al., 2024; Luetkens et al., 2021).

Namun demikian, tidak semua fasilitas pelayanan MRI di Indonesia memiliki *wrist coil*. Dalam praktik klinis, *head coil* maupun *knee coil* kerap digunakan sebagai alternatif (Johnson et al., 2015; Juliantara et al., 2022). Kedua *coil* ini pada dasarnya dirancang untuk bagian tubuh lain, namun dapat

dimodifikasi penggunaannya untuk *wrist imaging* meskipun disertai keterbatasan teknis seperti posisi isocenter yang kurang ideal dan jarak *coil* terhadap objek yang tidak maksimal (van der Post et al., 2021; Yoshioka & Burns, 2012). Penggunaan *coil* alternatif memang memberikan fleksibilitas dalam situasi keterbatasan alat, namun performa diagnostiknya masih perlu dievaluasi secara objektif.

Hingga kini, masih terbatas penelitian yang secara sistematis membandingkan kualitas citra pemeriksaan MRI *wrist joint* menggunakan *head coil* dan *knee coil*, khususnya pada sekuens *Proton Density* (PD) SPAIR coronal yang sensitif terhadap struktur halus jaringan lunak (Düx et al., 2025; Lu et al., 2025). Penelitian terdahulu lebih banyak membahas pengembangan *coil* baru atau deskripsi anatomi, bukan performa *coil* alternatif dalam kondisi nyata keterbatasan alat. Oleh karena itu, evaluasi kualitas citra dari kedua jenis *coil* ini menjadi penting, khususnya untuk panduan teknis di fasilitas layanan radiologi yang tidak dilengkapi *wrist coil* khusus (Kastryulin et al., 2023; Zhao et al., 2024).

Berdasarkan observasi lapangan di RSUD Sanjiwani Gianyar, *coil ankle-foot (quadrature coil 16-channel)* umum digunakan sebagai pengganti *wrist coil*. Namun dalam kondisi terbatas, seperti ketika *wrist coil* tidak tersedia atau *coil* mengalami kerusakan, maka *head coil* dan *knee coil*, yang merupakan *coil volume multichannel*, menjadi alternatif yang realistis. Oleh karena itu, penelitian kami bertujuan untuk mencari evaluasi perbandingan antara kedua jenis *coil* ini untuk mengetahui efektivitas masing-masing dalam menghasilkan kualitas citra yang optimal untuk pemeriksaan *wrist joint*.

METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret 2025 di Instalasi Radiologi RSUD Sanjiwani Gianyar. Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan desain eksperimen semu (*quasi-experimental*) berupa *one group post-*

test only design, di mana pengamatan dilakukan setelah tindakan dilakukan tanpa kelompok kontrol. Prosedur dalam penelitian ini adalah melakukan variasi penggunaan *RF coil*, yaitu *head coil* dan *knee coil*, pada pemeriksaan MRI *wrist joint* menggunakan sekuens *Proton Density Weighted (PDW) SPAIR Coronal*.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh relawan sehat (*volunteer*) yang bersedia menjadi objek pemeriksaan MRI *wrist*. Jumlah sampel yang digunakan sebanyak 6 orang yang dipilih dengan teknik *total sampling*. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah jenis *coil* yang digunakan (*Head coil* dan *Knee coil*), sedangkan variabel terikat adalah nilai *Signal-to-Noise Ratio (SNR)* dan *Contrast-to-Noise Ratio (CNR)*. Adapun variabel terkontrol mencakup jenis alat MRI PHILIPS 1.5 Tesla, sisi pergelangan yang diperiksa (*wrist* kanan), sekuens yang digunakan (PDW SPAIR coronal), serta parameter teknis yang distandarkan, yaitu: *Time Repetition (TR)* 2500 ms, *Time Echo (TE)* 30 ms, *Field of View (FOV)* 140×140 mm, *slice thickness* 3 mm, *flip angle* 90°, *Number of Excitations (NEX)* 1, dan *matrix* 268×217. Pengukuran dilakukan dengan metode *Region of Interest (ROI)* pada area *muscle, tendon, hamate, capitate, triquetrum, lunate, scaphoid, ulna, radius* dan ROI pada bagian *background* untuk memperoleh nilai *noise*.

Eksperimen dilakukan dengan pemindaian pergelangan tangan subjek menggunakan kedua jenis *coil* secara bergantian dengan posisi dan parameter identik. Hasil pemeriksaan dicatat dan dianalisis secara kuantitatif. Nilai SNR dihitung dengan rumus $SNR = SI/SDN$,

dan CNR dengan rumus $CNR = (SIa - SIb)/SDN$, di mana SI adalah *signal intensity* dan SDN adalah *standard deviation of noise*.

Setelah seluruh data diperoleh, dilakukan uji normalitas terlebih dahulu menggunakan *Kolmogorov-Smirnov*. Jika data terdistribusi normal, maka dilanjutkan dengan uji statistik *Paired Sample T-Test*, sedangkan jika tidak normal digunakan uji *Wilcoxon Signed Rank Test*. Kriteria signifikansi ditetapkan pada nilai $p < 0.05$. Jika $p\text{-value} < 0.05$, maka H_a diterima, yang berarti terdapat perbedaan signifikan nilai SNR dan CNR antara penggunaan *Head coil* dan *Knee coil*. Sebaliknya, jika $p\text{-value} > 0.05$ maka H_0 diterima, yang berarti tidak terdapat perbedaan signifikan antara keduanya.

Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian Kesehatan RSUD Sanjiwani Gianyar dengan no 420/10729 RSUD, dan seluruh subjek telah diberikan informed consent sebelum dilakukan pemeriksaan. Kerahasiaan data pribadi peserta dijaga sepenuhnya sesuai dengan prinsip etika penelitian.

HASIL

Berdasarkan observasi yang dilakukan peneliti di RSUD Sanjiwani Gianyar, maka didapatkan hasil yakni sebagai berikut :

Prosedur Pemeriksaan MRI Wrist joint

Melakukan pembuatan sekuens *wrist joint* pada penelitian ini: *Survey, Survey_right (three Plane Localizer), PDW_SPAIR CORONAL*.

Tabel 1. Parameter PDW_SPAIR CORONAL Pemeriksaan MRI Wrist joint

Parameter	Nilai	Satuan
TR	2500	ms
TE	30	ms
FOV	140	mm
Slice Thickness	3	mm
FA	90°	Derajat
NEX	1	

Karakteristik Sampel

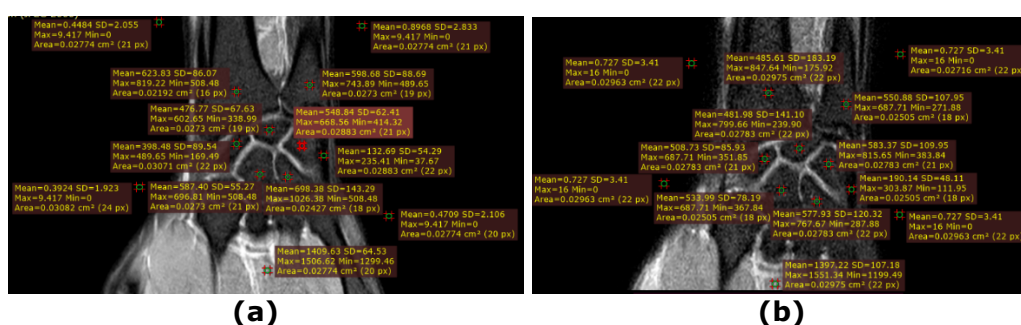
Tabel 2. Karakteristik Sampel

Volunteer	Jenis Kelamin	Umur	Berat Badan
1	L	22 Tahun	55 Kg
2	L	22 Tahun	60 Kg
3	L	22 Tahun	55 Kg
4	L	22 Tahun	61 Kg
5	L	24 Tahun	71 Kg
6	L	22 Tahun	70 Kg

Penempatan ROI

Pilih salah satu hasil citra *wrist joint* yang menampilkan anatomi *muscle*, *tendon*, *hamate*, *capitate*, *triquetrum*, *lunate*, *scaphoid*, *ulna*, *radius* dengan

jas dan letakkan ROI pada anatomi tersebut dan letakkan juga ROI pada area sekitar *wrist joint* (*background*) untuk mengukur nilai *noise*.



Gambar 1. Contoh Penempatan ROI (a)Knee coil (b)Head coil

Tabel 3. Hasil Uji Deskriptif Nilai SNR PDW SPAIR pada Struktur Anatomi *Wrist joint*

No	Struktur Anatomi	Mean (Head coil)	Std. Dev (Head coil)	Mean (Knee coil)	Std. Dev (Genu coil)
1	Muscle	489.25	83.42	727.06	173.93
2	Tendon	55.98	3.86	70.50	28.08
3	Hamate	207.83	50.03	303.13	44.58
4	Capitate	189.25	36.74	261.70	42.37
5	Triquetrum	204.44	36.38	280.95	69.50
6	Lunate	188.17	51.97	268.54	58.70
7	Scaphoid	171.67	43.65	237.75	79.47
8	Ulna	203.19	43.70	276.79	85.42
9	Radius	194.90	43.16	299.37	81.43

Berdasarkan hasil uji deskriptif (Tabel 3), diketahui bahwa nilai *Signal-to-Noise Ratio* (SNR) pada pemeriksaan MRI *Wrist joint* dengan *knee coil* secara umum menunjukkan angka rata-rata (*mean*) yang lebih tinggi dibandingkan dengan *head coil* pada semua struktur anatomi yang diamati. Nilai rata-rata SNR tertinggi ditemukan pada jaringan otot (*muscle*) yaitu 727.06 (SD = 173.93) dengan penggunaan *knee coil*, dibandingkan 489.25 (SD = 83.42) pada *head coil*. Demikian pula pada struktur

tulang seperti *hamate*, *capitate*, *triquetrum*, *lunate*, *scaphoid*, *radius*, dan *ulna*, semuanya menunjukkan peningkatan nilai SNR pada *knee coil*. Namun, pada struktur *tendon*, peningkatan tidak sebesar struktur lainnya, dan memiliki deviasi standar cukup tinggi pada *knee coil*, yakni 28.08 dibandingkan 3.86 pada *head coil*.

Hasil ini mengindikasikan bahwa secara deskriptif, *knee coil* mampu menghasilkan sinyal lebih tinggi dan kualitas citra yang lebih baik

dibandingkan *head coil* pada pemeriksaan PDW SPAIR *Wrist joint*.

Tabel 4. Hasil Uji Paired Sample T-Test Nilai SNR PDW SPAIR pada Struktur Anatomi *Wrist joint*

No	Struktur Anatomi	Mean Difference	t	df	Sig. (2-tailed)	Kesimpulan
1	<i>Muscle</i>	-237.81	-3.286	5	0.022	Signifikan
2	<i>Tendon</i>	-14.52	-1.394	5	0.222	Tidak Signifikan
3	<i>Hamate</i>	-95.30	-3.805	5	0.013	Signifikan
4	<i>Capitate</i>	-72.45	-3.692	5	0.014	Signifikan
5	<i>Triquetrum</i>	-76.51	-2.187	5	0.080	Tidak Signifikan
6	<i>Lunate</i>	-80.37	-2.866	5	0.035	Signifikan
7	<i>Scaphoid</i>	-66.08	-2.480	5	0.056	Tidak Signifikan
8	<i>Ulna</i>	-73.60	-2.437	5	0.059	Tidak Signifikan
9	<i>Radius</i>	-104.47	-3.616	5	0.015	Signifikan

Hasil uji-t berpasangan yang disajikan dalam Tabel 4 menunjukkan bahwa dari sembilan struktur anatomi yang diuji, lima di antaranya menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0.05$) antara nilai SNR *head coil* dan *knee coil*, yaitu pada struktur *muscle* ($p = 0.022$), *hamate* ($p = 0.013$), *capitate* ($p = 0.014$), *lunate* ($p = 0.035$), dan *radius* ($p = 0.015$). Perbedaan ini menunjukkan bahwa penggunaan *knee coil* memberikan peningkatan nilai SNR yang signifikan secara statistik dibandingkan dengan *head coil* pada struktur-struktur tersebut.

Sementara itu, pada struktur *tendon*, *triquetrum*, *scaphoid*, dan *ulna*,

meskipun nilai rata-rata SNR *knee coil* lebih tinggi, tetapi tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik ($p > 0.05$). Hal ini dapat dipengaruhi oleh ukuran ROI yang lebih kecil, ketebalan jaringan, atau artefak dari gerakan maupun efek *noise* yang tidak homogen pada saat pemeriksaan.

Secara keseluruhan, hasil ini mengindikasikan bahwa *knee coil* memiliki keunggulan dalam meningkatkan nilai SNR, terutama pada struktur tulang besar dan jaringan otot pada *wrist joint*. Temuan ini penting sebagai dasar pertimbangan teknis dalam memilih *coil* alternatif di fasilitas yang tidak memiliki *wrist coil* khusus.

Tabel 5. Hasil Uji Deskriptif Nilai CNR PDW SPAIR pada Struktur Anatomi *Wrist joint*

No	Struktur Anatomi	Mean (Head coil)	Std.Dev (Head coil)	Mean (Knee coil)	Std.Dev (Genu coil)
1	<i>Radius - Ulna</i>	26.82	41.81	12.86	37.75
2	<i>Tendon - Triquetrum</i>	148.45	210.45	35.74	91.77
3	<i>Triquetrum - Lunate</i>	27.35	36.69	9.62	29.20
4	<i>Capitate - Scaphoid</i>	23.54	44.68	22.16	33.71
5	<i>Capitate - Muscle</i>	300.00	465.36	51.76	140.83
6	<i>Hamate - Muscle</i>	281.42	423.92	47.52	139.30

Berdasarkan hasil uji deskriptif yang ditampilkan pada Tabel 5, diketahui bahwa nilai rata-rata *Contrast-to-Noise Ratio* (CNR) pada semua pasangan struktur anatomi menunjukkan hasil yang lebih tinggi pada penggunaan *knee coil* dibandingkan dengan *head coil*. Pasangan struktur *Capitate-Muscle* memiliki nilai CNR tertinggi, yakni 465.36 (SD = 140.83) pada *knee coil*, dibandingkan 300.00 (SD = 51.76) pada *head coil*. Begitu pula dengan pasangan *Hamate-Muscle*, yang menunjukkan *mean* CNR sebesar 423.92 (SD = 139.30) dengan *knee coil*, dibandingkan 281.42 (SD = 47.52) dengan *head coil*.

Meski demikian, peningkatan nilai CNR pada *knee coil* juga disertai dengan deviasi standar yang lebih tinggi, menunjukkan adanya variabilitas sinyal yang lebih besar antar subjek atau akibat pengaruh teknis lainnya. Seluruh

pasangan struktur anatomi menunjukkan tren peningkatan CNR pada *knee coil*, menandakan potensi superioritas *knee coil* dalam menghasilkan kontras jaringan yang lebih tajam.

Tabel 6. Hasil Uji Paired Sample T-Test Nilai CNR PDW SPAIR pada Struktur Anatomi Wrist joint

No	Struktur Anatomi	Mean Difference	t	df	Sig. (2-tailed)	Kesimpulan
1	Radius - Ulna	-14.99	-1.134	5	0.308	Tidak signifikan
2	Tendon - Triquetrum	-61.99	-1.400	5	0.221	Tidak signifikan
3	Triquetrum - Lunate	-9.34	-0.909	5	0.405	Tidak signifikan
4	Capitate - Scaphoid	-21.14	-1.069	5	0.334	Tidak signifikan
5	Capitate - Muscle	-165.35	-2.894	5	0.034	Signifikan
6	Hamate - Muscle	-142.50	-2.722	5	0.042	Signifikan

Pada hasil uji *paired sample t-test* yang ditampilkan pada Tabel 6, ditemukan bahwa dari enam pasangan struktur anatomi yang diuji, dua pasangan menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik ($p < 0.05$). Pasangan struktur Capitate–Muscle memiliki p-value sebesar 0.034 dan pasangan Hamate–Muscle sebesar 0.042.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian 6 sampel tentang evaluasi nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) dan *Contrast to Noise Ratio* (CNR) pada pemeriksaan MRI *Wrist Joint* menggunakan *Head coil* dan *Knee coil* dengan pesawat MRI 1,5 Tesla di RSUD Sanjiwani Gianyar, dapat dibahas sebagai berikut :

Hasil uji *Signal-to-Noise Ratio* (SNR) menunjukkan bahwa *knee coil* menghasilkan nilai rata-rata SNR yang lebih tinggi dibandingkan *head coil* pada seluruh struktur anatomi pergelangan tangan yang dianalisis. Lima dari sembilan struktur yaitu otot (*muscle*), tulang *hamate*, *capitate*, *lunate*, dan *radius* menunjukkan perbedaan signifikan secara statistik ($p < 0.05$). Hal ini menunjukkan bahwa *knee coil* memiliki keunggulan dalam menangkap sinyal secara efisien, khususnya pada

Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *knee coil* secara signifikan meningkatkan nilai CNR pada area tersebut, sehingga dapat disimpulkan bahwa *knee coil* memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menghasilkan kualitas kontras jaringan antara tulang dan otot pada pergelangan tangan.

jaringan besar dan struktur tulang padat yang memerlukan pencitraan dengan kontras tinggi.

Peningkatan SNR yang dicapai oleh *knee coil* dapat dijelaskan dari segi teknis sebagai akibat dari desain *volume coil multichannel*, yang memiliki cakupan sensitivitas luas dan lebih merata. *Knee coil* mampu menangkap sinyal secara lebih stabil karena dilengkapi dengan *channel* independen yang memaksimalkan penerimaan sinyal dari berbagai arah (Kwok, 2022). Dalam sistem MRI, SNR sebanding dengan intensitas sinyal dan berbanding terbalik dengan *noise*. Oleh karena itu, kemampuan *knee coil* untuk menjaga kestabilan sinyal dan mengurangi gangguan *noise* menjadikannya lebih unggul (Pohmann et al., 2024).

Faktor lain yang turut memengaruhi adalah geometri dan penempatan *coil*. Meskipun *knee coil* tidak secara khusus

dirancang untuk pergelangan tangan, penggunaannya dalam kondisi penempatan stabil dan simetris tetap dapat memberikan hasil citra yang optimal. Hal ini sejalan dengan temuan (Thomas et al., 2014), yang menyatakan bahwa optimalisasi posisi *coil* terhadap anatomi target dapat mengkompensasi ketidaksesuaian desain asli *coil*, selama parameter teknis dipertahankan konsisten.

Temuan dalam penelitian ini konsisten dengan studi (Daun et al., 2020; Reghunath et al., 2022), yang menunjukkan bahwa *coil* memiliki kontribusi utama terhadap peningkatan kualitas citra MRI, terutama dalam konteks muskuloskeletal. Penelitian (Yudha et al., 2024) menunjukkan bahwa *ankle-foot coil* dengan jumlah channel yang lebih banyak memberikan nilai SNR lebih tinggi daripada *flex coil*, menegaskan bahwa jumlah channel dan sensitivitas lokal *coil* berpengaruh langsung terhadap kualitas sinyal.

Selanjutnya, (Sneag et al., 2023; Wu et al., 2021) juga menjelaskan bahwa penggunaan *coil multichannel* dan optimalisasi *gain* dalam *k-space* dapat menghasilkan peningkatan sinyal tanpa perlu mengubah *hardware* dasar. Hal ini mendukung penggunaan *coil* alternatif seperti *knee coil* dalam pengaturan terbatas.

Dalam praktik radiologi di fasilitas dengan keterbatasan alat, khususnya tidak tersedianya *wrist coil*, penggunaan *knee coil* sebagai alternatif memberikan solusi yang praktis dan diagnostik. *Knee coil* menawarkan performa lebih baik dibandingkan *head coil* dalam aspek SNR, terutama pada struktur yang lebih dalam atau lebih besar seperti otot dan tulang besar pergelangan tangan. Penelitian ini secara langsung mendukung keputusan teknis di lapangan, bahwa pemilihan *coil* tidak selalu bergantung pada desain asalnya, tetapi juga harus mempertimbangkan performa aktual terhadap anatomi target dan efisiensi sinyal yang dihasilkan (Kwok, 2022; Nurhikmah, 2022). Dalam penelitian ini juga kami memiliki keterbatasan dalam

alat yang digunakan dalam penelitian, sampel yang kami gunakan hanya terdiri dari 6 orang relawan sehat tanpa klinis. Tetapi dengan hasil yang kami dapat dari penelitian ini sudah dapat dipraktikkan di RS yang kurang lengkap adanya jenis *coil* tertentu.

Nilai *Contrast-to-Noise Ratio* (CNR) merupakan indikator penting dalam menilai seberapa baik perbedaan sinyal antar struktur jaringan dapat dibedakan dalam gambar MRI. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *knee coil* menghasilkan nilai CNR lebih tinggi dibandingkan *head coil* pada seluruh pasangan struktur anatomi yang diuji. Dari enam pasangan struktur, dua di antaranya *capitate-muscle* dan *hamate-muscle* menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik ($p < 0.05$). Hal ini menunjukkan bahwa *knee coil* memiliki keunggulan dalam memvisualisasikan perbedaan kontras antara jaringan keras dan lunak pada area pergelangan tangan.

Secara teknis, CNR dipengaruhi oleh intensitas sinyal relatif antar jaringan dan tingkat noise, sehingga *coil* yang memiliki sensitivitas tinggi terhadap kedua jaringan dalam satu pasangan (misalnya antara tulang dan otot) akan memberikan CNR lebih baik. *Knee coil*, sebagai *volume coil multichannel*, memiliki distribusi sensitivitas yang lebih luas dan simetris sehingga mampu menangkap sinyal berbeda dari berbagai arah secara optimal (Kwok, 2022; Pohmann et al., 2024). Dalam pasangan seperti *capitate-muscle*, yang secara alami memiliki kontras tinggi, *knee coil* mampu memaksimalkan perbedaan sinyal tersebut dan menurunkan noise relatif. Penelitian (Wu et al., 2021) menunjukkan bahwa manipulasi terhadap sinyal dalam *k-space* juga memengaruhi hasil CNR, terutama bila menggunakan *coil* yang mendukung *gain optimal*. Ketika menggunakan *coil* yang didesain untuk anatomi besar, seperti *knee coil*, cakupan medan sensitivitas yang luas mendukung akuisisi sinyal dari dua jenis jaringan yang berbeda secara efisien.

Temuan ini konsisten dengan penelitian oleh (Nurhikmah, 2022), yang menunjukkan bahwa pemilihan *coil* berdampak langsung terhadap perbedaan visualisasi jaringan pada MRI muskuloskeletal. *Surface coil* atau *coil* fleksibel menghasilkan SNR tinggi namun memiliki keterbatasan dalam CNR jika jaringan target terlalu dalam atau cakupan sensitivitasnya tidak mencakup kedua jaringan pada pasangan anatomis. Sementara itu, penelitian oleh (Fritz et al., 2021) juga menekankan bahwa strategi peningkatan CNR memerlukan kompromi antara kecepatan akuisisi, ukuran matriks, dan desain *coil* yang digunakan. Studi oleh (Yudha et al., 2024) juga menemukan bahwa *coil* dengan jumlah *channel* lebih banyak dan desain volume menghasilkan kontras antar jaringan yang lebih tajam, khususnya pada struktur dengan kepadatan jaringan berbeda, seperti *tendon* dan tulang, atau otot dan tulang karpal. Dalam praktik radiologi, terutama di rumah sakit dengan keterbatasan akses terhadap *wrist coil*, pemilihan *coil* alternatif menjadi krusial. Penelitian ini memberikan bukti bahwa *knee coil* tidak hanya unggul dalam hal SNR tetapi juga unggul dalam peningkatan CNR, terutama pada pasangan struktur yang membutuhkan ketajaman kontras untuk diagnosis, seperti gangguan TFCC, robekan ligamen, atau edema otot. Temuan ini memberikan dasar ilmiah bagi radiografer untuk memilih *knee coil* sebagai alternatif diagnostik yang valid ketika *wrist coil* tidak tersedia, tanpa mengorbankan kualitas visualisasi.

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan nilai *Signal-to-Noise Ratio* (SNR) dan *Contrast-to-Noise Ratio* (CNR) pada pemeriksaan MRI *wrist joint* menggunakan sekuens *Proton Density Weighted* (PDW) SPAIR Coronal dengan dua jenis *coil* alternatif, yaitu *head coil* dan *knee coil*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *knee coil* memberikan nilai SNR rata-rata yang

lebih tinggi dibandingkan *head coil* pada seluruh struktur anatomi yang diamati, dengan perbedaan signifikan secara statistik pada lima struktur, yaitu *muscle*, *hamate*, *capitate*, *lunate*, dan *radius* ($p < 0.05$). Pada pengukuran CNR, *knee coil* juga menunjukkan nilai CNR lebih unggul dibandingkan *head coil* pada semua pasangan struktur jaringan, dengan dua pasangan, yaitu *capitate-muscle* dan *hamate-muscle*, memiliki perbedaan signifikan secara statistik ($p < 0.05$). Jadi dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan *knee coil* untuk pemeriksaan *wrist joint* dapat menghasilkan citra yang bagus dibandingkan dengan menggunakan *head coil*. Meskipun tidak dirancang khusus untuk pergelangan tangan, tetap dapat menghasilkan kualitas citra diagnostik yang baik karena konfigurasi *multichannel*-nya mampu menangkap sinyal lebih luas dan merata.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih diucapkan kepada seluruh pihak yang telah membantu penyusunan jurnal skripsi ini. Semoga jurnal ini bermanfaat bagi pembaca.

DAFTAR PUSTAKA

- Aboregela, A. M., Alashkar, A., Alqarni, S. A. M., Alhalafi, A. F., Alfaifi, J., Mohsenah, H. A. E., & Alqarni, A. A. (2024). Ulnar variance in MRI: Relations with triangular fibrocartilage complex thickness and angle in Saudi population. *Translational Research in Anatomy*, 37, 100344. <https://doi.org/10.1016/j.tria.2024.100344>
- Choo, S., & Nuelle, J. A. V. (2024). Editorial Commentary: Magnetic Resonance Imaging Is Not Inferior to the Gold Standard of Diagnostic Arthroscopy for Identification of Wrist Ligamentous Pathology. *Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 40(11), 2742-2744. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2024.05.014>

- Daun, M., Rudd, A., Cheng, K., & Rezai, F. (2020). Magnetic resonance imaging of the triangular fibrocartilage complex. *Topics in Magnetic Resonance Imaging*, 29(5), 237–244. <https://doi.org/10.1097/RMR.0000000000000253>
- Düx, D. M., Kowal, R., Knull, L., Schröer, S., Belker, O., Horstmann, D., Gutt, M., Maune, H., Speck, O., Wacker, F., Hensen, B., & Gutberlet, M. (2025). Flexible and wireless metasurface coils for knee and elbow MRI. *European Radiology Experimental*, 9(1), 13. <https://doi.org/10.1186/s41747-024-00549-8>
- Johnson, D., Stevens, K. J., Riley, G., Shapiro, L., Yoshioka, H., & Gold, G. E. (2015). Approach to MR Imaging of the Elbow and Wrist. *Magnetic Resonance Imaging Clinics of North America*, 23(3), 355–366. <https://doi.org/10.1016/j.mric.2015.04.008>
- Juliantara, I. P. E., Herlina, W., & Triningsih, T. (2022). Optimalisasi Citra Mri Wrist Joint Dengan Penerapan 3D Isotropik Pada Pembobotan Proton Density Di Instalasi Radiologi Rsup Dr. M. Djamil Padang. *Jurnal Syntax Admiration*, 3(12), 1601–1611. <https://doi.org/10.46799/jsa.v3i12.537>
- Kastryulin, S., Zakirov, J., Pezzotti, N., & Dylov, D. V. (2023). Image Quality Assessment for Magnetic Resonance Imaging. *IEEE Access*, 11, 14154–14168. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3243466>
- Kesav, A. S., Dhandapani, B., & Wahegaonkar, A. L. (2024). Diagnostic Accuracy of 3T Magnetic Resonance Imaging and Arthroscopy in Triangular Fibrocartilage Complex Injury. 7–9. <https://doi.org/10.4103/JTOSA.JTOSA>
- Kwok, W. E. (2022). Basic Principles of and Practical Guide to Clinical MRI Radiofrequency Coils. *Radiographics*, 42(3), 898–918. <https://doi.org/10.1148/rg.210110>
- Lee, H. W., Kim, K. T., Lee, S., Yoon, J. H., & Kim, J. Y. (2024). Fracture Severity and Triangular Fibrocartilage Complex Injury in Distal Radius Fractures with or without Osteoporosis. *Journal of Clinical Medicine*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/jcm13040992>
- Lu, M., Liang, H., Zhu, H., & Yan, X. (2025). Magnetic field probe-based co-simulation method for irregular volume-type inductively coupled wireless MRI radiofrequency coils. *Magnetic Resonance Imaging*, 117(January), 110330. <https://doi.org/10.1016/j.mri.2025.110330>
- Luetkens, K. S., Laas, S. F., Haßler, S., Gassenmaier, T., Gietzen, C. H., Christopoulos, G., Huflage, H., Kunz, A. S., Bley, T. A., Schmitt, R., & Grunz, J. P. (2021). Contrast-enhanced MRI of the wrist: Intravenous application of gadolinium improves diagnosis in ulnar-sided injuries of the TFCC. *European Journal of Radiology*, 143(June). <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2021.109901>
- Reghunath, A., Singh, D. K., Aggarwal, A., Babbar, N., Choudhary, R., & Surya, S. (2022). MRI and MR Arthrography Imaging of the Pathologies of the Wrist: A Pictorial Essay. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 16(12), 1–7. <https://doi.org/10.7860/jcdr/2022/59277.17323>
- Tiburzi, H., Machado, C. A. G., D'Antoni, M. S., & Tubbs, R. S. (2025). Triangular Fibrocartilage Complex: An Anatomical and Medical Illustration Study. *Clinical Anatomy*, 3, 362–369. <https://doi.org/10.1002/ca.24261>
- van der Post, A. S., Jens, S., Smithuis, F. F., Obdeijn, M. C., Oostra, R. J., & Maas, M. (2021). The triangular

- fibrocartilage complex on high-resolution 3 T MRI in healthy adolescents: the thin line between asymptomatic findings and pathology. *Skeletal Radiology*, 50(11), 2195–2204. <https://doi.org/10.1007/s00256-021-03779-8>
- Yoshioka, H., & Burns, J. E. (2012). Magnetic resonance imaging of triangular fibrocartilage. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, 35(4), 764–778. <https://doi.org/10.1002/jmri.22840>
- Zhao, Y., Bhosale, A. A., & Zhang, X. (2024). Multimodal surface coils for low field MR imaging. *Magnetic Resonance Imaging*, 112, 107–115. <https://doi.org/10.1016/j.mri.2024.07.005>