

Analisis Prosedur Pemeriksaan MRI *Hip Joint* pada Kasus AVN Menggunakan *Flexible Coil*

Nurul Syakirah¹, I Made Lana Prasetya², I Putu Surya Dharma Negara³

^{1,2}AKTEK Radiodiagnostik Dan Radioterapi Bali, Denpasar, Indonesia

³RSUD Bali Mandara, Denpasar, Indonesia

*nurulsyakirah1203@gmail.com

Abstrak: *Avascular Necrosis* (AVN) merupakan kondisi kematian jaringan tulang akibat gangguan suplai darah yang umumnya terjadi pada *caput femur* dan dapat menyebabkan kerusakan progresif hingga kolaps sendi apabila tidak didiagnosis sejak dini. *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) menjadi modalitas pilihan dalam evaluasi AVN karena memiliki sensitivitas tinggi dalam mendeteksi perubahan patologis pada tahap awal. Di RSUD Bali Mandara, pemeriksaan MRI *hip joint* pada kasus AVN dilakukan menggunakan *flexible coil* sebagai bagian dari prosedur pemeriksaan yang diterapkan di instalasi radiologi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis prosedur pemeriksaan MRI *hip joint* pada kasus AVN menggunakan *flexible coil* di RSUD Bali Mandara. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan deskriptif. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara mendalam dengan tiga radiografer dan tiga dokter spesialis radiologi, serta dokumentasi hasil citra MRI. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prosedur pemeriksaan MRI *hip joint* pada kasus AVN meliputi persiapan pasien, persiapan alat, *positioning* pasien dalam *posisi supine*, pemasangan *flexible coil* pada area *hip joint*, serta akuisisi citra menggunakan *sequence T1-weighted, T2-weighted, dan Proton Density Weighted (PDW)* dengan teknik *fat suppression* pada berbagai bidang pencitraan. Berdasarkan hasil wawancara, penggunaan *flexible coil* mampu menghasilkan citra yang layak secara diagnostik dan dapat memperlihatkan karakteristik AVN, seperti perubahan sinyal pada *caput femur* dan *bone marrow edema*. Selain itu, citra yang dihasilkan juga dinilai memadai untuk membantu membedakan AVN dengan kelainan lain pada *hip joint*, seperti *osteoarthritis*. Dengan demikian, penggunaan *flexible coil* dapat diterapkan pada pemeriksaan MRI *hip joint* kasus AVN dan mampu memberikan informasi diagnostik yang dibutuhkan apabila didukung oleh prosedur pemeriksaan serta pengaturan parameter yang optimal.

Kata kunci: MRI, *Hip Joint*, AVN, *Flexible Coil*

Abstract: *Avascular Necrosis* (AVN) is a condition characterized by the death of bone tissue due to impaired blood supply, commonly affecting the femoral head and potentially causing progressive damage if not diagnosed at an early stage. *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) is the preferred imaging modality for evaluating AVN because of its high sensitivity in detecting bone marrow and soft tissue abnormalities. At RSUD Bali Mandara, MRI examinations of the hip joint in AVN cases are performed using a flexible coil; therefore, an analysis of the examination procedure and the diagnostic capability of the resulting images is required. This study aimed to analyze the MRI hip joint examination procedure in AVN cases using a flexible coil and to evaluate the ability of the resulting images to demonstrate the characteristics of AVN. A descriptive qualitative method was employed using observation, interviews, and documentation as data collection techniques. The study involved two patients who underwent MRI hip joint examinations, along with three radiographers and three radiologists as informants. The results showed that the MRI hip joint examination procedure consisted of patient preparation, equipment preparation, patient positioning, flexible coil placement, and image acquisition using multiplanar sequences. In the AVN case, MRI demonstrated signal changes in the femoral head and bone marrow edema, whereas the other case showed characteristics consistent with osteoarthritis. Based on the interview

findings, the use of a flexible coil was considered capable of producing diagnostically acceptable image quality. It can be concluded that a flexible coil can be used in MRI hip joint examinations to support the diagnosis of AVN when combined with appropriate examination techniques and optimized imaging parameters.

Keywords: MRI, HIP Joint, AVN, Flexible Coil

Pendahuluan

Magnetic Resonance Imaging (MRI) merupakan salah satu modalitas pencitraan diagnostik yang memiliki keunggulan dalam menghasilkan citra dengan resolusi kontras jaringan lunak yang tinggi sehingga banyak digunakan dalam evaluasi sistem *musculoskeletal* (Yang et al., 2021). Modalitas ini mampu memberikan visualisasi anatomi secara detail serta mendeteksi perubahan jaringan secara sensitif, terutama pada jaringan lunak. Keunggulan tersebut menjadikan MRI sebagai modalitas yang efektif dalam mengidentifikasi berbagai kelainan pada tahap awal. Selain itu, perkembangan teknologi MRI terus meningkatkan kemampuan pencitraan melalui optimalisasi sistem perangkat keras dan perangkat lunak sehingga kualitas pemeriksaan dan akurasi diagnostik dapat ditingkatkan (Pogarell et al., 2024). Dalam praktik klinis, keberhasilan pemeriksaan MRI dipengaruhi oleh berbagai faktor teknis, seperti parameter akuisisi, pemilihan *sequence*, serta perangkat keras yang digunakan sehingga optimalisasi teknik pemeriksaan menjadi hal penting untuk memperoleh informasi diagnostik yang maksimal (Spinnato et al., 2022)(Azhar & Chong, 2023).

Salah satu komponen penting dalam sistem MRI adalah *radiofrequency* (RF) coil yang berfungsi sebagai penerima sinyal dari tubuh pasien. RF coil memiliki peran yang penting dalam proses akuisisi citra karena membantu menangkap sinyal yang kemudian diolah menjadi gambar diagnostik. Dalam praktik MRI terdapat berbagai jenis coil yang digunakan sesuai dengan kebutuhan pemeriksaan, seperti *body coil*, *surface coil*, *phased-array coil*, dan *flexible coil*. *Body coil* / *flexible coil* umumnya digunakan untuk transmisi sinyal dan dapat digunakan pada pemeriksaan dengan cakupan *anatomi* yang luas, sedangkan *coil* lainnya digunakan untuk meningkatkan penerimaan sinyal pada area *anatomi* tertentu (Gruber et al., 2018)(Michael A. Ohliger, MD, 2022). Penggunaan *coil* yang sesuai dengan area anatomi yang diperiksa dapat mendukung proses pemeriksaan serta menghasilkan informasi *anatomi* yang lebih optimal. Oleh karena itu, pemilihan jenis *coil* menjadi salah satu aspek yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan pemeriksaan MRI(Aringhieri et al., 2020; Giovannetti et al., 2022; Wang et al., 2022).

Seiring perkembangan teknologi MRI, penggunaan *flexible coil* semakin banyak diterapkan dalam praktik klinis. *Flexible coil* dirancang agar dapat mengikuti kontur *anatomi* pasien sehingga lebih *fleksibel* dalam penempatan dan dapat digunakan pada berbagai area pemeriksaan

muskuloskeletal. Penggunaan *flexible coil* / *body coil* juga memberikan kemudahan dalam positioning pasien serta dapat disesuaikan dengan kondisi klinis dan ketersediaan peralatan di fasilitas pelayanan kesehatan. Oleh karena itu, *flexible coil* menjadi salah satu alternatif yang digunakan dalam berbagai prosedur pemeriksaan MRI muskuloskeletal (Düx et al., 2025; Ramesh et al., 2025).

Salah satu aplikasi penting MRI dalam radiologi *muskuloskeletal* adalah pemeriksaan *hip joint*. Sendi panggul merupakan salah satu sendi terbesar dalam tubuh yang berfungsi menopang berat badan dan memungkinkan berbagai gerakan *ekstremitas* bawah. Kompleksitas anatomi *hip joint* menuntut penggunaan modalitas pencitraan yang mampu memberikan gambaran anatomi secara detail. MRI menjadi modalitas pilihan dalam evaluasi *hip joint* karena memiliki kemampuan multiplanar dan resolusi kontras jaringan lunak yang tinggi sehingga mampu memperlihatkan struktur tulang, *kartilago*, *labrum*, serta jaringan lunak di sekitarnya secara jelas (Gold et al., 2012). Kemampuan tersebut memungkinkan MRI digunakan untuk mengevaluasi berbagai kelainan baik pada struktur *intra-articular* maupun *ekstra-articular* (Abd Elmonsif Abd Elatif Drar, 2014; Mak & Teh, 2020).

Salah satu kelainan yang sering dievaluasi menggunakan MRI pada *hip joint* adalah *Avascular Necrosis* (AVN), yaitu kondisi kematian jaringan tulang akibat gangguan suplai darah yang umumnya terjadi pada *caput femur*. AVN bersifat *progresif* dan dapat menyebabkan kerusakan *trabecular*, *deformitas*, hingga *fraktur caput femur* apabila tidak ditangani sejak dini (Goncharov et al., 2024; Ma et al., 2024). Secara global, AVN pada *caput femur* dilaporkan menyebabkan sekitar 20.000–30.000 kasus baru setiap tahun di Amerika Serikat dan menjadi salah satu penyebab utama tindakan total *hip arthroplasty* pada kelompok usia produktif. Selain itu, AVN juga menyumbang sekitar 10% dari seluruh tindakan total *hip replacement* sehingga deteksi dini dan penegakan diagnosis yang tepat menjadi sangat penting untuk mencegah *progresivitas* penyakit dan mempertahankan fungsi sendi (Moya-Angeler et al., 2015). Dalam kasus AVN, MRI berperan penting karena mampu mendeteksi perubahan patologis pada tahap awal sebelum terlihat pada pemeriksaan radiografi konvensional (Kalekar et al., 2024).

Di RSUD Bali Mandara, pemeriksaan MRI *hip joint* pada kasus AVN dilakukan menggunakan *flexible coil*, bukan hip coil yang secara khusus dirancang untuk anatomi panggul. Penggunaan *flexible coil* tersebut menjadi bagian dari prosedur pemeriksaan yang diterapkan di instalasi radiologi dan disesuaikan dengan kebutuhan pelayanan serta kondisi peralatan yang tersedia. Oleh karena itu, diperlukan kajian mengenai bagaimana prosedur pemeriksaan MRI hip joint pada kasus AVN dilaksanakan serta bagaimana penggunaan *flexible coil* diterapkan dalam praktik klinis untuk memperoleh informasi diagnostik yang dibutuhkan.

Berdasarkan kondisi tersebut, perlu dilakukan penelitian untuk menganalisis prosedur pemeriksaan MRI *hip joint* pada kasus *Avascular Necrosis* (AVN) menggunakan *flexible coil* yang diterapkan di RSUD Bali Mandara. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan tahapan pemeriksaan, penggunaan *flexible coil*, serta penerapan parameter pemeriksaan yang dilakukan oleh radiografer dalam praktik klinis. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai prosedur pemeriksaan MRI *hip joint* pada kasus AVN serta penggunaan *flexible coil*.

Metode

Penelitian ini menggunakan desain penelitian kualitatif dengan pendekatan deskriptif. Penelitian ini dilaksanakan di RSUD Bali Mandara pada bulan februari 2026. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasien 2 yang melakukan pemeriksaan MRI *Hip joint* dengan kasus AVN.

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah meliputi observasi, wawancara dan dokumentasi. Observasi yang dilakukan secara langsung mengamati prosedur pemeriksaan MRI *Hip joint*. Wawancara dilakukan dengan pedoman wawancara kepada radiografer dan dokter spesialis radiologi terkait prosedur pemeriksaan dan penggunaan sequece MRI. Dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan data pendukung berupa hasil citra MRI.

Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa dokumentasi hasil pemeriksaan Magnetic Resonance Imaging (MRI) *hip joint* pada pasien dengan diagnosis *Avascular Necrosis* (AVN) serta data primer yang diperoleh melalui observasi dan wawancara dengan radiografer dan dokter radiologi. Seluruh data pasien yang digunakan dalam penelitian telah dianonimkan dengan tidak mencantumkan identitas pribadi pasien dan hanya dimanfaatkan untuk kepentingan akademik serta penelitian.

Penelitian ini tidak melibatkan tindakan atau intervensi langsung terhadap pasien maupun mengubah prosedur pemeriksaan yang telah diterapkan di instalasi radiologi. Penelitian hanya melakukan pengamatan terhadap prosedur pemeriksaan yang berlangsung serta analisis terhadap hasil citra MRI dan informasi yang diperoleh dari informan. Oleh karena itu, penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian observasional non-intervensi.

Kerahasiaan dan privasi pasien maupun informan dijaga sesuai dengan prinsip etik penelitian kesehatan, yaitu *respect for persons*, *beneficence*, dan *confidentiality*. Seluruh data yang diperoleh digunakan hanya untuk kepentingan penelitian dan penyusunan karya ilmiah serta tidak disebarluaskan di luar kepentingan akademik. Nomor Etik : 0043/EA/ KEPK.RSBM.DISKES/2026

Hasil

Prosedur pemeriksaan MRI *Hip joint* pada kasus AVN

Persiapan Pasien

Tahap awal dimulai dengan pasien mengisi formulir *screening* MRI untuk mengidentifikasi adanya kontra indikasi terhadap pemeriksaan, seperti keberadaan implan logam atau alat medis yang tidak kompatibel dengan medan magnet MRI. Selanjutnya pasien diminta melepaskan seluruh benda yang mengandung logam, seperti kalung, anting, jam tangan, ikat pinggang, dan aksesoris lainnya guna mencegah risiko akibat medan magnet. Setelah itu pasien menandatangani lembar *informed consent* sebagai bentuk persetujuan terhadap tindakan pemeriksaan yang akan dilakukan. Sebelum pemeriksaan dimulai, radiografer juga memberikan penjelasan kepada pasien agar tetap tenang.

Persiapan Alat

Peralatan yang digunakan meliputi pesawat MRI Philips 1,5 Tesla, *flexible coil* / *Body coil* yang dikombinasikan dengan *posterior coil* yaitu *surface coil* yang terintegrasi pada meja pemeriksaan *emergency bell* sebagai sarana komunikasi antara pasien dan radiografer selama pemeriksaan, *handphone* yang digunakan untuk meredam suara alat yang keras pada alat MRI, serta selimut untuk memberikan kenyamanan kepada pasien selama proses pemeriksaan berlangsung.

Posisi Pasien

Pasien diposisikan *supine* di atas meja pemeriksaan dengan *posisi head first*. Coil dipasang pada *Area hip joint* dengan sentrasi dipertengahan *Hip Joint* sebagai area pemeriksaan. Pada pemeriksaan MRI *hip joint* kasus *Avascular Necrosis* (AVN) di RSUD Bali Mandara digunakan *flexible coil* / *Body coil* yang diposisikan pada bagian *anterior hip joint* sebagai *anterior coil*. Selanjutnya, *posterior coil* yang telah terintegrasi pada meja pemeriksaan digunakan *surface coil*. Kombinasi kedua *coil* tersebut membentuk sistem *phased-array coil* yang memungkinkan penerimaan sinyal dari sisi *anterior* dan *posterior* secara bersamaan sehingga cakupan area *hip joint* menjadi lebih optimal selama proses akuisisi citra.

Prosedur Pemeriksaan

Pemeriksaan MRI *hip joint* dilakukan tanpa pemberian media kontras menggunakan protokol pemeriksaan yang telah tersedia pada sistem MRI. Sebelum proses akuisisi dimulai, radiografer memasukkan identitas pasien ke dalam sistem komputer MRI yang meliputi nama pasien, nomor rekam medis, tanggal pemeriksaan, jenis kelamin, jenis pemeriksaan, serta berat badan pasien.

Selanjutnya radiografer memilih protokol pemeriksaan *hip joint* yang sesuai dengan indikasi klinis pasien.

Proses akuisisi citra diawali dengan pengambilan *survey* dan *survey hip* sebagai penentuan area pemeriksaan. Selanjutnya dilakukan akuisisi menggunakan beberapa *sequence*, yaitu *T1W Cor Dixon*, *T2W TSE SPAIR Coronal*, *T2W TSE SPAIR Transversal*, *T1W TSE SPIR Transversal*, *T2W TSE Transversal*, *T2W TSE Sagital*, *T1W TSE Transversal*, *ePDW TSE SPAIR Transversal*, dan *ePDW TSE SPAIR Sagital*. Kombinasi *sequence* tersebut digunakan untuk memperoleh informasi anatomi serta patologis pada *hip joint* sehingga dapat membantu dokter radiologi dalam menegakkan diagnosis *Avascular Necrosis (AVN)*.

Flexible Coil



(a) *Coil Anterior*



(b) *coil Posterior*

Flexible coil / Body Coil merupakan *coil* MRI yang terdiri dari *anterior coil* dan *posterior coil* yang bekerja secara bersamaan untuk menangkap sinyal dari tubuh pasien. *Posterior coil* terintegrasi pada meja MRI, sedangkan *anterior coil* ditempatkan di atas area *Hip joint*. *Coil* ini memiliki cakupan hingga 200 cm dengan 108 *channel*, sehingga mampu menghasilkan kualitas sinyal dan resolusi citra yang tinggi.

Hasil Citra MRI

Sampel 1

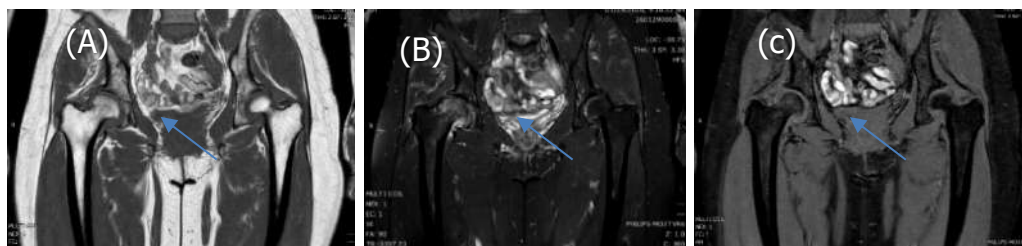


(A) Potongan *T1 Coronal* (B) Potongan *T1 Coronal Fat sat* (C) *T2 TSE Spair Coronal*. Panah biru menunjukkan area kelainan pada *caput femur* kiri yang konsisten dengan gambaran *Avascular Necrosis* (AVN).

Pada Gambar A tampak area hipointens pada *caput femur kiri* yang ditunjukkan oleh panah biru. Pada Gambar B area kelainan tampak lebih jelas setelah dilakukan penekanan sinyal lemak menggunakan teknik *fat saturation*. Selanjutnya pada Gambar C tampak area hiperintens pada *caput femur* kiri yang menunjukkan *bone marrow edema*, disertai perubahan sinyal *subkondral* yang sesuai dengan hasil interpretasi dokter radiologi sebagai *early AVN*.

Berdasarkan hasil pemeriksaan MRI *hip joint* pada pasien dengan diagnosis *Avascular Necrosis* (AVN), diperoleh citra *coronal* menggunakan *sequence T1W Coronal*, *T1W Coronal Fat Saturation* (*Fat Sat*), dan *T2W TSE SPAIR Coronal*. Ketiga *sequence* tersebut memberikan informasi yang saling melengkapi dalam mengevaluasi perubahan patologi pada *caput femur*.

Sampel 2



(A) Potongan *T1 Coronal* (B) Potongan *T1 Coronal Fat sat* (C) *T2 TSE Spair Coronal*. Panah biru menunjukkan area kelainan pada *caput femur* kanan yang konsisten dengan gambaran *Osteoarthritis* (OA).

Pada Gambar A tampak penyempitan celah sendi serta ketidakaturan permukaan *articular* antara *caput femur* dan *acetabulum*. Pada Gambar B perubahan struktur *subkondral* tampak lebih jelas setelah penekanan sinyal lemak. Pada Gambar C tampak perubahan degeneratif pada *hip joint* tanpa ditemukan gambaran khas AVN seperti *bone marrow edema* maupun perubahan sinyal *subkondral* yang spesifik. Berdasarkan interpretasi dokter radiologi, temuan tersebut mengarah pada diagnosis *osteoarthritis hip joint*.

Berdasarkan hasil pemeriksaan MRI *hip joint* pada pasien dengan diagnosis *Osteoarthritis* (OA), diperoleh citra *coronal* menggunakan *sequence T1W Coronal*, *T1W Coronal Fat Saturation* (*Fat Sat*), dan *T2W TSE SPAIR Coronal*. Ketiga *sequence* tersebut memberikan informasi yang saling melengkapi dalam mengevaluasi perubahan *degeneratif* pada sendi panggul.

Tabel 1. Hasil Wawancara Radiografer dan Dokter Spesialis Radiologi

Responden	Fokus Wawancara	Informasi Utama
Radiografer 1,2,3	Prosedur Pemeriksaan dan Parameter <i>Sequence</i>	Pemeriksaan MRI <i>hip joint</i> kasus AVN dilakukan sesuai SOP menggunakan <i>flexible coil</i> / <i>body coil</i> yang dikombinasikan dengan <i>posterior coil</i> .

Dokter 1,2,3	Hasil Citra Penggunaan <i>flexible coil</i>	Protokol pemeriksaan meliputi beberapa <i>sequence multiplanar</i> yang disesuaikan untuk menampilkan anatomi dan kelainan pada <i>hip joint</i>. Citra MRI yang dihasilkan menggunakan <i>/body coil</i> dinilai cukup baik dan layak secara diagnostik. Kelainan AVN dapat diidentifikasi dengan jelas serta memberikan informasi yang mendukung penegakan diagnosis sesuai kondisi klinis pasien.
--------------	--	--

Berdasarkan hasil wawancara dengan tiga radiografer dan tiga dokter radiologi di RSUD Bali Mandara diperoleh informasi bahwa pemeriksaan MRI *hip joint* pada kasus *Avascular Necrosis* (AVN) telah dilaksanakan sesuai standar operasional prosedur menggunakan *flexible coil/body coil* yang dikombinasikan dengan *posterior coil* serta protokol *sequence* multiplanar. Menurut dokter radiologi, penggunaan coil tersebut menghasilkan kualitas citra yang cukup baik dan layak secara diagnostik sehingga mampu memperlihatkan karakteristik AVN serta mendukung penegakan diagnosis sesuai kondisi klinis pasien.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa prosedur pemeriksaan *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) *hip joint* pada kasus *Avascular Necrosis* (AVN) di RSUD Bali Mandara dilaksanakan melalui tahapan persiapan pasien, persiapan alat, penentuan posisi pasien, serta pelaksanaan protokol pemeriksaan sesuai standar operasional yang berlaku. Persiapan pasien dilakukan melalui screening MRI, pelepasan seluruh benda logam, penandatanganan informed consent, serta pemberian edukasi kepada pasien untuk tetap tenang selama pemeriksaan guna meminimalkan terjadinya *motion artifact*. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan radiografer, pemeriksaan dilakukan menggunakan protokol yang terdiri atas *Survey, Survey Hip, T1W Cor Dixon, T2W TSE SPAIR, T1W TSE SPIR, T2W TSE, dan ePDW TSE SPAIR* dengan orientasi *coronal, transversal, dan sagital*. Penggunaan beberapa *sequence* tersebut bertujuan untuk memperoleh informasi anatomi sekaligus mengevaluasi perubahan patologi pada *hip joint* secara komprehensif. Temuan ini sejalan dengan Berkowitz dan Potter (2017) yang menyatakan bahwa evaluasi *hip joint* memerlukan protokol multiplanar dengan kombinasi *sequence* anatomis dan *sequence* yang sensitif terhadap perubahan patologi sehingga menghasilkan informasi diagnostik yang komprehensif.

Berdasarkan hasil evaluasi citra MRI, kombinasi *sequence* yang digunakan mampu memberikan informasi yang saling melengkapi dalam mengevaluasi kelainan pada *hip joint*. Pada sampel pertama, *T1W Coronal* memperlihatkan area *hipointens* pada *caput femur* yang menunjukkan perubahan struktur sumsum tulang akibat gangguan vaskular. Penggunaan *T1W*

Coronal Fat Saturation meningkatkan kontras antara jaringan normal dan jaringan patologis melalui penekanan sinyal lemak sehingga area nekrosis tampak lebih jelas. Selanjutnya, *T2W TSE SPAIR Coronal* memperlihatkan *bone marrow edema* sebagai area *hiperintens* disertai perubahan sinyal *subkondral* yang merupakan karakteristik *early Avascular Necrosis*. Sebaliknya, pada sampel kedua tampak penyempitan celah sendi, ketidakteraturan permukaan *articular*, serta perubahan struktur pada *caput femur* dan *acetabulum* yang mengarah pada proses degeneratif. Pada sequence *T2W TSE SPAIR Coronal* tidak ditemukan gambaran khas AVN berupa *bone marrow edema* maupun perubahan sinyal *subkondral* yang spesifik, sehingga gambaran yang diperoleh lebih mengarah pada *osteoarthritis hip joint*. Temuan tersebut menunjukkan bahwa kombinasi sequence yang digunakan mampu memperlihatkan karakteristik masing-masing kelainan sehingga mendukung proses evaluasi dan diagnosis secara lebih akurat.

Hasil interpretasi ketiga dokter radiologi menunjukkan bahwa citra MRI yang dihasilkan mampu memperlihatkan struktur anatomi *hip joint* secara jelas serta menampilkan karakteristik penting AVN, seperti perubahan sinyal pada *caput femur*, perubahan *subkondral*, dan *bone marrow edema*. Selain itu, citra yang diperoleh juga dinilai mampu membedakan AVN dengan kelainan lain yang memiliki manifestasi klinis serupa, seperti *osteoarthritis*. Pada sampel pertama, dokter radiologi menginterpretasikan adanya *early AVN* berdasarkan perubahan sinyal pada *caput femur* yang disertai *bone marrow edema*, sedangkan pada sampel kedua diagnosis mengarah pada *osteoarthritis hip joint* karena ditemukan perubahan degeneratif tanpa gambaran khas AVN. Hasil interpretasi tersebut menunjukkan bahwa kombinasi sequence yang digunakan telah memberikan informasi yang memadai untuk mendukung penegakan diagnosis serta membedakan kelainan berdasarkan karakteristik pencitraannya.

Berdasarkan hasil wawancara dengan radiografer dan dokter radiologi, penggunaan *flexible coil / body coil* yang dipadukan dengan *posterior coil* menghasilkan kualitas citra yang cukup baik dan layak secara diagnostik. *Flexible coil / body coil* ditempatkan pada bagian anterior *hip joint*, sedangkan *posterior coil* yang terintegrasi pada meja pemeriksaan berfungsi menerima sinyal dari sisi *posterior* sehingga kedua *coil* bekerja sebagai *phased-array coil*. Menurut ketiga radiografer, konfigurasi tersebut memberikan fleksibilitas dalam penempatan *coil* sesuai kontur tubuh pasien tanpa mengurangi kualitas pemeriksaan. Sementara itu, ketiga dokter radiologi menyatakan bahwa kualitas citra yang dihasilkan masih mampu memperlihatkan struktur anatomi *hip joint* dengan jelas serta mendukung identifikasi karakteristik AVN maupun *osteoarthritis*. Temuan ini sejalan dengan Corea et al. (2016) yang menjelaskan bahwa *flexible coil / body coil* dirancang mengikuti kontur anatomi tubuh sehingga dapat meningkatkan kedekatan coil terhadap area pemeriksaan. Kondisi tersebut berkontribusi terhadap peningkatan efisiensi penerimaan sinyal dan mendukung

diperolehnya informasi diagnostik yang memadai dalam pemeriksaan MRI. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun tidak menggunakan *dedicated hip coil*, penggunaan *flexible coil / body coil* yang dipadukan dengan posterior coil, disertai pemilihan sequence dan parameter pemeriksaan yang tepat, tetap mampu menghasilkan citra yang layak secara diagnostik untuk membantu dokter radiologi dalam menegakkan diagnosis *Avascular Necrosis* serta membedakannya dengan kelainan lain pada *hip joint*.

Kesimpulan

Pemeriksaan Magnetic Resonance Imaging (MRI) hip joint pada kasus *Avascular Necrosis* (AVN) di RSUD Bali Mandara dilaksanakan sesuai prosedur yang meliputi persiapan pasien, persiapan alat, penentuan posisi pasien, serta penggunaan protokol pemeriksaan multiplanar dengan beberapa sequence yang saling melengkapi dalam mengevaluasi struktur anatomi dan perubahan patologis *hip joint*. Pemeriksaan menggunakan *flexible coil / body coil* yang dipadukan dengan *posterior coil* mampu menghasilkan kualitas citra yang layak secara diagnostik. Kombinasi sequence *T1W Coronal*, *T1W Coronal Fat Saturation*, dan *T2W TSE SPAIR Coronal* memberikan informasi yang komprehensif dalam mengidentifikasi karakteristik AVN, seperti perubahan sinyal pada *caput femur* dan *bone marrow edema*, serta membedakannya dengan kelainan lain, seperti *osteoarthritis*. Berdasarkan hasil observasi, evaluasi citra, serta wawancara dengan radiografer dan dokter radiologi, penggunaan *flexible coil / body coil* dapat menjadi alternatif pada pemeriksaan MRI *hip joint* apabila dikombinasikan dengan *posterior coil* serta didukung oleh penempatan *coil*, pemilihan sequence, dan pengaturan parameter pemeriksaan yang tepat sehingga tetap mampu menghasilkan informasi diagnostik yang dibutuhkan

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada AKTEK Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali atas dukungan, fasilitas, serta kesempatan yang telah diberikan selama pelaksanaan penelitian ini sehingga penelitian dapat berjalan dengan baik hingga selesai

Referensi

- Abd Elmonsif Abd Elatif Drar, H. (2014). *The Role of MRI in the Evaluation of Painful Hip Joint (MRI of Hip Joint)*. *International Journal of Medical Imaging*, 2(3), 77. <https://doi.org/10.11648/j.ijmi.20140203.16>
- Aringhieri, G., Zampa, V., & Tosetti, M. (2020). *Musculoskeletal MRI at 7 T: do we need more or is it more than enough?* *European Radiology Experimental*, 4(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s41747-020-00174-1>
- Azhar, S., & Chong, L. R. (2023). *Clinician's guide to the basic principles of MRI*. *Postgraduate Medical Journal*, 99(1174), 894–903. <https://doi.org/10.1136/pmj-2022-141998>

- Berkowitz, J. L., & Potter, H. G. (2017). *Advanced MRI techniques for the hip joint: Focus on the postoperative hip. American Journal of Roentgenology*, 209(3), 534–543. <https://doi.org/10.2214/AJR.16.17789>
- Corea, J. R., Flynn, A. M., Lechêne, B., Scott, G., Reed, G. D., Shin, P. J., Lustig, M., & Arias, A. C. (2016). *Screen-printed flexible MRI receive coils. Nature Communications*, 7, 1–7. <https://doi.org/10.1038/ncomms10839>
- 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). <https://doi.org/10.1186/s41747-024-00549-8>
- Giovannetti, G., Frijia, F., & Flori, A. (2022). *Resonance Scanners: Experience from a Research Lab – Manufacturing Companies Cooperation*.
- Gold, S. L., Burge, A. J., & Potter, H. G. (2012). *MRI of hip cartilage: Joint morphology, structure, and composition. Clinical Orthopaedics and Related Research*, 470(12), 3321–3331. <https://doi.org/10.1007/s11999-012-2403-7>
- Goncharov, E. N., Koval, O. A., Nikolaevich Bezuglov, E., Aleksandrovich Vetoshkin, A., Gavrilovich Goncharov, N., Encarnación Ramirez, M. D. J., & Montemurro, N. (2024). *Conservative Treatment in Avascular Necrosis of the Femoral Head: A Systematic Review. Medical Sciences*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/medsci12030032>
- Gruber, B., Froeling, M., Leiner, T., & Klomp, D. W. J. (2018). *RF coils: A practical guide for nonphysicists. Journal of Magnetic Resonance Imaging*, 48(3), 590–604. <https://doi.org/10.1002/jmri.26187>
- Kalekar, T., Bothara, K., & Lamghare, P. (2024). *The Application of Magnetic Resonance Imaging in the Early and Accurate Diagnosis of Hip Joint Avascular Necrosis. Cureus*, 16(9). <https://doi.org/10.7759/cureus.68888>
- Ma, T., Wang, Y., Ma, J., Cui, H., Feng, X., & Ma, X. (2024). *Research progress in the pathogenesis of hormone-induced femoral head necrosis based on microvessels: a systematic review. Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 19(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s13018-024-04748-2>
- Mak, M. S., & Teh, J. (2020). *Magnetic resonance imaging of the hip: Anatomy and pathology. Polish Journal of Radiology*, 85(1), e489–e508. <https://doi.org/10.5114/pjr.2020.99414>
- Michael A. Ohliger, MD, P. (2022). *Invited Commentary. Radiological Society of North America*, 42(3), 625–928. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2005.08.020>
- Moya-Angeler, J., Gianakos, A. L., Villa, J. C., Ni, A., & Lane, J. M. (2015). *Current concepts on osteonecrosis of the femoral head. World Journal of Orthopedics*, 6(8), 590–601. <https://doi.org/10.5312/wjo.v6.i8.590>
- Pogarell, T., Heiss, R., Janka, R., Nagel, A. M., Uder, M., & Roemer, F. W. (2024). *Modern low-field MRI. Skeletal Radiology*, 53(9), 1751–1760. <https://doi.org/10.1007/s00256-024-04597-4>
- Ramesh, T. V., Narongrit, F. W., & Rispoli, J. V. (2025). *Adaptable, wearable, and stretchable coils: A review. Magnetic Resonance in Medicine*, 93(5), 2186–2208. <https://doi.org/10.1002/mrm.30428>
- Spinnato, P., Patel, D. B., Di Carlo, M., Bartoloni, A., Cevolani, L., Matcuk, G. R., & Crombé, A. (2022). *Imaging of Musculoskeletal Soft-Tissue Infections in Clinical Practice: A Comprehensive Updated Review. Microorganisms*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/microorganisms10122329>
- Wang, B., Siddiq, S. S., Walczyk, J., Bruno, M., Khodarahmi, I., Brinkmann, I. M., Rehner, R., Lakshmanan, K., Fritz, J., & Brown, R. (2022). *A flexible MRI coil based on a cable conductor and applied to knee imaging. Scientific Reports*, 12(1), 1–15. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-19282-6>
- Yang, G., Lv, J., Chen, Y., Huang, J., & Zhu, J. (2021). *Generative Adversarial Networks (GAN) Powered Fast Magnetic Resonance Imaging -- Mini Review, Comparison and Perspectives*. <http://arxiv.org/abs/2105.01800>