

Optimalisasi Citra MRI *Ankle Joint* Dengan Penerapan *Oblique 3D FSPGR* Di Instalasi Radiologi RSUD Dr. Moewardi

Dewa Ayu Made Pramita Dewi

Akademi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali, Indonesia

I Putu Eka Juliantara

Akademi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali, Indonesia

I Putu Sugiarta

Akademi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali, Indonesia

Alamat: Jln. Tukad Batanghari VII No.21 Renon Denpasar - Bali

Korespondensi penulis : dewaayupramitha@gmail.com

Abstract. MRI (Magnetic Resonance Imaging) examination becomes tool diagnostic important in evaluation the soft tissue anatomy of the human body. MRI examination of the ankle joint role crucial in detect soft tissue impingement in the ankle joint. Fast Spoiled Gradient Echo (FSPGR) is an MRI method with high sensitivity in diagnose soft tissue problems in the ankle joint. Ankle joint MRI protocol at RSUD Dr. Moewardi uses several types of sequences with addition 3D sequences but not routinely. This study aims to examine the use of the 3D FSPGR oblique sequence in MRI ankle joint, while comparing it with the Sagittal T1 FSE and Sagittal FSE STIR sequences. This quantitative study involved 5 people to compare imaging 3D oblique FSPGR, sagittal T1 FSE and sagittal FSE STIR sequences. Analysis was carried out using the intraclass correlation coefficient (ICC) test, Friedman test, and Kruskal Wallis test. The results study showed there is difference information MRI ankle joint anatomy with oblique 3D FSPGR, sagittal T1 FSE, and sagittal FSE STIR sequences (p -value = 0.000). Test Kruskal Wallis show sequence 3D FSPGR and sagittal T1 FSE produce imaging different on every type anatomy (p -value= 0.045; 0.020), whereas Sagittal FSE STIR sequence shows results No different significant (p -value= 0.065). 3D oblique sequence of FSPGR is proven effective show anatomy ankle joint and posterior talofibular ligament.

Keywords: MRI Ankle Joint, Oblique 3D FSPGR, Image Optimization

Abstrak. Pemeriksaan MRI (Magnetic Resonance Imaging) menjadi diagnostik penting dalam evaluasi anatomi jaringan lunak tubuh manusia. Pemeriksaan MRI *ankle joint* berperan krusial dalam mendeteksi pelampiasan jaringan lunak di sendi pergelangan kaki. Fast Spoiled Gradient Echo (FSPGR) adalah salah satu metode dengan sensitivitas tinggi dalam mendiagnosis masalah jaringan lunak pada sendi pergelangan kaki. Protokol MRI *ankle joint* di RSUD Dr. Moewardi menggunakan beberapa jenis sekuen dengan penambahan sekuen 3D namun tidak rutin. Penelitian ini bertujuan mengkaji penggunaan sekuen oblique 3D FSPGR pada pemeriksaan MRI *ankle joint*, sekaligus membandingkannya dengan sekuen Sagittal T1 FSE dan Sagittal FSE STIR. Penelitian kuantitatif ini melibatkan 5 orang untuk membandingkan hasil citra sekuen oblique 3D FSPGR, sagittal T1 FSE dan sagittal FSE STIR. Analisis dilakukan dengan uji *intraclass correlation coefficient* (ICC), uji *Friedman*, dan uji *Kruskal Wallis*. Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan informasi anatomi MRI *ankle joint* dengan sekuen oblique 3D FSPGR, sagittal T1 FSE, dan sagittal FSE STIR (p -value= 0,000). Uji *Kruskal Wallis* menunjukkan sekuen 3D FSPGR dan sagittal T1 FSE menghasilkan pencitraan berbeda pada setiap jenis anatomi (p -value= 0.045; 0,020), sedangkan sekuen Sagittal FSE STIR menunjukkan hasil tidak berbeda signifikan (p -value= 0,065). Sekuen oblique 3D FSPGR terbukti efektif menunjukkan anatomi *ankle joint* dan *posterior talofibular ligament*.

Kata kunci: MRI *Ankle Joint*; Oblique 3D FSPGR; Optimalisasi Citra

LATAR BELAKANG

MRI merupakan pemeriksaan medis dengan memanfaatkan medan magnet, gelombang radio, serta komputer untuk menghasilkan gambar yang memperlihatkan detail bagian tubuh. Tujuan dari pemeriksaan MRI adalah untuk membantu tenaga medis dalam mendiagnosa

masalah kesehatan yang merupakan salah satu faktor penentu dalam tahapan penatalaksanaan pengobatan dan untuk mengevaluasi efektifitas pengobatan bagi pasien (Asman et al., 2022).

MRI mampu menghasilkan gambar yang dapat memperlihatkan perbedaan yang sangat jelas dan lebih sensitif dalam mengevaluasi anatomi jaringan lunak tubuh dibandingkan dengan sinar-X atau CT Scan. Organ pencitraan MRI terutama otak, sumsum tulang belakang, sistem saraf, bagian lunak dari sistem muskuloskeletal seperti otot, ligamen, tendon, tulang rawan, ruang sendi (Muzamil et al., 2018).

Sendi pergelangan kaki (*ankle joint*) adalah persendian yang memiliki jangkauan gerak yang luas. Sendi pergelangan kaki rawan mengalami cedera karena sendi pergelangan kaki merupakan salah satu persendian yang banyak menerima tekanan dalam kehidupan sehari-hari (*weight bearing joint*). Persendian pergelangan kaki terdiri dari tulang tarsal, tulang tibia, dan tulang fibula. Tulang tarsal terdiri dari 7 buah tulang yang terletak diantara tulang metatarsal bagian bawah kaki. Tarsal kemudian terhubung dengan tulang metatarsal. Tulang tarsal terdiri dari *calcaneus*, *talus*, *cuboideus*, *navicular* dan tiga tulang *cuneiform*. *Calcaneus* adalah tulang tarsal terbesar. *Calcaneus* dan *talus* merupakan tulang *tarsal* utama yang menopang berat badan dan titik perlekatan otot betis. Sendi pergelangan kaki bisa stabil karena adanya bungkusan sendi dan ligamen yang kuat. Ligamen pada *ankle joint* yaitu *ligamen stabilisator* sendi ankle meliputi *ligamen talofibular anterior*, *ligamen calcaneofibular*, *ligamen talofibular posterior* dan *ligamen deltoid*. Selanjutnya ada ligamen pada pergelangan kaki atas serta ligamen subtalar (Intan Arovah, 2021).

Menurut Westbrook (2014) sekuen yang digunakan untuk pemeriksaan MRI *ankle joint* yaitu sagittal/multi-planar SE/FSE/*incoherent (spoiled)* GRE T1, Axial SE/FSE T1, Sagittal SE/FSE T1/PD, Axial FSE PD/T2, Coronal SE T1 atau FSE PD/T2 digunakan untuk supresi jaringan, Sagittal FSE/*coherent* GRE T2/T2* untuk supresi jaringan atau STIR. Sekuen tambahan 3D *incoherent (spoiled)/coherent* GRE T1/PD/T2*, *Fast incoherent/coherent* GRE/SS-FSE/GRE-EPI/SE-EPI.

Teknik GRE umumnya lebih cepat daripada teknik SE, walaupun teknik FSE (*Fast Spin Echo*)/TSE (*Turbo Spin Echo*) mungkin sama cepatnya. Namun ada metode tambahan yang selanjutnya dapat meningkatkan kecepatan pemindaian. Metode ini disebut FSPGR/Turbo FLASH. Hal ini dilakukan dengan menggunakan fractional RF, *fractional echo*, dan *fractional NEX*, serta BW yang lebih luas (waktu pengambilan sampel T yang lebih pendek) (Hashemi et al., 2012).

Fast Spoiled Gradient Echo (FSPGR) baru-baru ini dinyatakan memiliki sensitivitas tinggi dan spesifisitas dalam mendiagnosis pelampiasan jaringan lunak di sendi pergelangan kaki (Han et al., 2015). Sekuen FSPGR cukup mirip dengan sekuen *Spoiled Gradient Echo* (SPGR) dengan menggunakan pembobotan T1. Namun sekuen FSPGR menggunakan durasi *echo parsial* yang lebih pendek dan *bandwidth receiver* yang lebih tinggi. Menggunakan nilai TR: 20 – 50 ms dan *flip angle* yang lebih sedikit: 30 - 45° dengan waktu akuisisi yang lebih singkat serta penggunaan TE yang lebih pendek 5 – 10 ms dapat mengurangi artefak kerentanan dan meningkatkan SNR. FSPGR 3D adalah sekuen yang dimulai dengan variabel *flip angle* RF eksitasi pulsa dan menggunakan *gradient rephasing* untuk menghasilkan *gradient echo*. Pada sekuen ini hanya menggunakan magnetisasi transversal dari eksitasi sebelumnya yang memungkinkan kontras T1 mendominasi. Sekuen spoiled magnetisasi ini menghasilkan kontras citra yang minimal. Sekuen 3D FSPGR menunjukkan anatomi yang baik setelah peningkatan kontras gadolinium (Muhammed Elmaoğlu, 2012).

Dalam bentuk standarnya pada 3D FSPGR, *fat suppression* (penekanan lemak) diterapkan secara otomatis, namun bisa dinonaktifkan pada mesin MR. Dalam pulsa sekuen ini menggunakan TR dan TE yang sangat singkat sehingga waktu pencitraan sangat cepat. Teknik ini sangat berguna dalam pencitraan perut dengan memberikan gambar beresolusi spasial dan temporal yang tinggi dengan supresi lemak yang baik dan juga dalam pencitraan dinamis (Kamaluzaman, 2021).

Sekuen 3D FSPGR disebut juga sekuens T1 FFE (3D SWE), TurboFLASH, FSPGR, SARGE, Fast FE sesuai dengan pesawat MRI yang digunakan (“L’IRM : Pas À Pas,” 2007). Pada jurnal Eka Juliantara (2022) teknik 3D SWE dibandingkan dengan sekuens T2 FSE FS dan PDW, teknik 3D SWE dapat diterapkan sebagai metode yang sangat baik dalam morphologic assessment pada kartilago sendi lutut dengan menampilkan intensitas sinyal yang tinggi terhadap jaringan sekitarnya (Eka Juliantara, 2022).

Saat ini, tiga sekuens pencitraan memungkinkan evaluasi morfologi tulang rawan dan kelainan kondral yang baik. Sekuen proton-density dan T2 *weighted fast spin-echo* (FSE), sekuen *fat-suppressed*, T1-*weighted*, 3D *spoiled gradient-echo* (GRE) dan sekuen 3D *double echo steady state* (3D-DESS) telah menunjukkan sensitivitas yang sangat baik untuk mendeteksi lesi chondral grade 2, 3 dan 4. Gambar *fat-suppressed* 3D *spoiled* GRE, baik menggunakan penekanan lemak selektif (misalnya 3D-SPGR yang ditekan lemak) atau *water excitation* (*we*) (misalnya FLASH-3Dwe, DESS-3Dwe), memberikan spasial dan kontras resolusi tinggi, tetapi membutuhkan waktu akuisisi lebih lama (7-10 menit) dan lebih rentan terhadap kerentanan magnetik dan artefak logam. Pada *fat-suppressed* 3D-SPGR, 3D SWE dan

FLASH-3Dwe, tulang rawan artikular memiliki intensitas sinyal yang sangat tinggi, cairan sendi memiliki intensitas sinyal sedang hingga rendah dan tulang subkondral serta sumsum tulang berwarna gelap. Kedua sekuens *fat-suppressed* 3D ini memungkinkan *rekonstruksi multiplanar* (MPR) berkualitas tinggi (Huysse & Verstraete, 2021).

Protokol MRI *ankle joint* di RSUD Dr. Moewardi menggunakan sekuens 3 *Plane Localizer, Sagittal T1 FSE, Sagittal FSE STIR, Coronal T1 FSE, Coronal PD FS, Coronal FSE T2, Axial T1 FSE, Axial FSE STIR, Axial T2 FRFSE Fat Sat*. Teori Westbrook (2014) menyebutkan terdapat tambahan sekuen 3D, dimana pada pemeriksaan MRI *ankle joint* di RSUD Dr. Moewardi ternyata menggunakan penambahan sekuen 3D namun tidak rutin. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penelitian mengenai penggunaan sekuen oblique 3D FSPGR pada pemeriksaan MRI *ankle joint* dengan mengkomparasi sekuen oblique 3D FSPGR, Sagittal T1 FSE dan Sagittal FSE STIR sangat penting untuk dilakukan. Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan optimalisasi citra MRI dalam meningkatkan mutu dan kualitas kinerja radiografer dalam pelayanan di Instalasi Radiologi RSUD Dr. Moewardi.

KAJIAN TEORITIS

Kaki dan pergelangan kaki (*ankle joint*) merupakan bagian dari anggota tubuh bagian bawah, *ankle joint* berperan sebagai penstabil, dasar penyangga, penggerak tubuh, peredam kejutan dan pengatur mobilitas (Abdurachman, 2017). *Ankle joint* termasuk sendi ginglimus sinovial yang terdiri dari tibia, fibula dan talus. Patologi pada *ankle joint* diantaranya terkilir atau cedera, *bursitis, fraktur, arthritis, dan flatfoot*.

MRI merupakan salah satu modalitas untuk pemeriksaan *ankle joint*. MRI menggunakan pencitraan medis dengan memanfaatkan medan magnet dan radio frekuensi untuk melakukan analisis dan visualisasi jaringan tubuh, sirkulasi darah dan fungsi dari metabolisme tubuh. Sekuen 3D FSPGR disebut juga sekuens T1 FFE (3D SWE), TurboFLASH, FSPGR, SARGE, Fast FE sesuai dengan pesawat MRI yang digunakan ("L'IRM : Pas À Pas," 2007). Pada jurnal Eka Juliantara (2022) teknik 3D SWE dibandingkan dengan sekuens T2 FSE FS dan PDW, teknik 3D SWE dapat diterapkan sebagai metode yang sangat baik dalam morfologic assessment pada kartilago sendi lutut dengan menampilkan intensitas sinyal yang tinggi terhadap jaringan sekitarnya (Eka Juliantara, 2022). Tiga sekuens pencitraan memungkinkan evaluasi morfologi tulang rawan dan kelainan kondral yang baik. Sekuen proton-density dan T2 *weighted fast spin-echo* (FSE), sekuens *fat-suppressed*, T1-weighted, 3D *spoiled gradient-echo* (GRE) dan sekuens 3D *double echo steady state* (3D-DESS) telah menunjukkan sensitivitas yang sangat baik.

Fast Spoiled Gradient Echo didasarkan pada teknik *gradient echo*. Dalam sekuens ini menggunakan sudut *flip angle* rendah (10° hingga 60°) dari pulsa RF digunakan untuk membangkitkan proton. Bidang gradient lain yang digunakan mirip dengan pulsa sekuens *gradient echo* standar. Untuk menghasilkan gambar berbobot T1, diterapkan *flip angle* besar dengan TR yang singkat dan TE yang singkat (Kamaluzaman, 2021).

Sekuen FSPGR 3D memiliki kemiripan dengan sekuens *Spoiled Gradient Echo* (SPGR) yang menggunakan pembobotan T1. Tetapi sekuens FSPGR memiliki *bandwidth receiver* yang tinggi dan durasi *echo parsial* yang lebih pendek. Sekuen FSPGR memiliki nilai *Flip Angle* $30-45^\circ$ dengan akuisisi waktu yang lebih singkat, TR 20-50 ms dan TE 5-10 ms yang bisa mengurangi artefak kerentanan serta dapat meningkatkan nilai SNR (Muhammed Elmaoğlu, 2012).

3D FSPGR merupakan sekuens dengan variabel *flip angle* RF eksitasi pulsa dan menggunakan gradient rephasing untuk menghasilkan *gradient echo*. Dalam sekuens 3D FSPGR digunakan magnetisasi transversal dari eksitasi sebelumnya yang dapat memungkinkan kontras T1 mendominasi. Pada sekuens ini hasil kontras citra dapat diminimalkan. Pada sekuens 3D FSPGR anatomi yang baik dapat terlihat setelah peningkatan kontras gadolinium (Murdiana, 2019).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimen. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pasien MRI *ankle joint* dengan penerapan oblique 3D di Instalasi Radiologi RSUD Dr. Moewardi. Dalam penelitian digunakan sampel 5 orang pasien pemeriksaan *ankle joint* dengan menggunakan sekuens oblique 3D FSPGR, sagittal T1 FSE dan sagittal FSE STIR. Hasil citra seluruh pasien direkam dalam *flashdisk* dan CD. Tiga orang responden yaitu Dokter spesialis radiologi yang mempunyai kompetensi expertise pada bidang MRI menilai masing-masing citra dengan mengisi kuesioner dan memberikan skor untuk memperlihatkan informasi citra *Ankle (talocrural) Joint, Os. Talus, Achilles Tendon, Talocalcaneal Interosseous Ligament* dan *Posterior Talofibular Ligament* (Hidayat & Widyasari, 2013). Pada penelitian ini tidak menggunakan uji instrumen untuk validitas dan reliabilitas, akan tetapi menggunakan kriteria dengan skor penilaian kuesioner, nilai 1 tidak jelas, 2 kurang jelas, 3 cukup jelas, 4 jelas, dan 5 sangat jelas. Data yang diperoleh dilakukan uji Intraclass Correlation Coefficient (ICC) terlebih dahulu, kemudian dianalisis menggunakan uji Friedman (statistik non-parametrik). Jika uji Friedman diperoleh hasil signifikan, maka dapat dilanjutkan dengan uji Kruskal Wallis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian tentang Optimalisasi Citra MRI Ankle Joint dengan Penerapan Oblique 3D FSPGR dilakukan di Instalasi Radiologi RSUD Dr. Moewardi pada bulan Juni–Juli 2023.

Berikut deskripsi sampel berdasarkan variasi usia dan jenis kelamin dapat dilihat pada table 1.

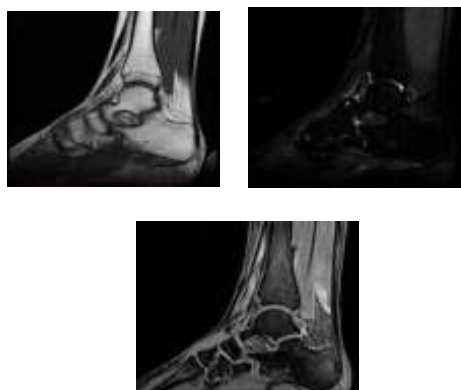
Tabel 1 Data sampel penelitian

Pasien	Usia (Tahun)	Jenis Kelamin
1	18	Perempuan
2	21	Perempuan
3	49	Perempuan
4	54	Perempuan
5	68	Laki-laki

Berdasarkan Tabel 1 diatas dapat diketahui jumlah dari seluruh sampel adalah 5 orang pasien, dengan rentang umur antara 18 tahun sampai 68 tahun, terdapat 4 orang pasien dengan jenis kelamin perempuan dan 1 orang pasien dengan jenis kelamin laki-laki.

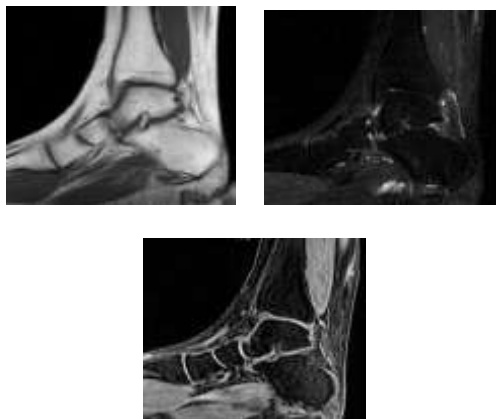
Informasi citra MRI *ankle joint* sekuen 3D FSPGR, Sagittal T1 FSE dan Sagittal FSE STIR adalah acuan bagi dokter spesialis radiologi untuk menilai beberapa anatomi. Anatomi yang dinilai yaitu *ankle (talocrural) joint*, *os. talus*, *archilles tendon*, *talocalcaneal interosseous ligament*, dan *posterior talofibular ligament*. Berikut merupakan hasil citra MRI *ankle joint* dari 5 pasien yang berbeda indikasi. Pasien pertama dengan indikasi *ATFL rupture*, pasien kedua dengan inikasi *CLAI*, pasien ketiga dengan indikasi *calcaneal bursitis*, pasien keempat dengan indikasi *rupture archiles tendon*, dan pasien kelima dengan indikasi *haglund desiase*.

1. Pasien 1



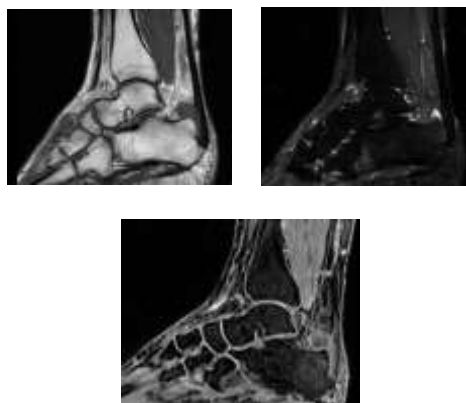
Gambar 1 Hasil Citra MRI *ankle joint* dengan indikasi *ATFL rupture* (a) Sagittal T1 FSE, (b) Sagittal FSE STIR, (c) Oblique 3D FSPGR

2. Pasien 2



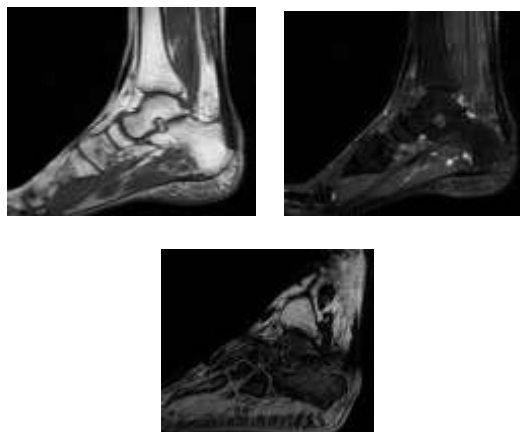
Gambar 2 Hasil Citra MRI *ankle joint* dengan indikasi CLAI (a) Sagittal T1 FSE, (b) Sagittal FSE STIR, (c) Oblique 3D FSPGR

3. Pasien 3



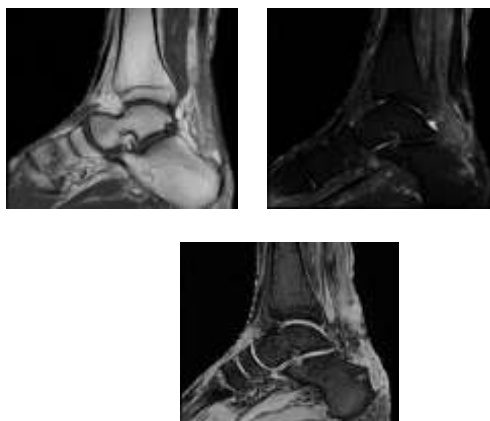
Gambar 3 Hasil Citra MRI *ankle joint* dengan indikasi *calcaneal bursitis* (a) Sagittal T1 FSE, (b) Sagittal FSE STIR, (c) Oblique 3D FSPGR

4. Pasien 4



Gambar 4 Hasil Citra MRI *ankle joint* dengan indikasi *haglund disease* (a) Sagittal T1 FSE, (b) Sagittal FSE STIR, (c) Oblique 3D FSPGR

5. Pasien 5



Gambar 5 Hasil Citra MRI *ankle joint* dengan indikasi *rupture archiles tendon* (a) Sagittal T1 FSE, (b) Sagittal FSE STIR, (c) Oblique 3D FSPGR

Berdasarkan data yang diperoleh dari penilaian kuesioner oleh dokter spesialis radiologi. Dilakukan uji *intraclass correlation coefficient* (ICC) pada seluruh anatomi yang digunakan untuk menilai kesepakatan dan reliabilitas atau konsistensi jawaban antar responden dalam menilai seluruh anatomi pada sekuen 3D FSPGR, Sagittal T1 FSE dan Sagittal FSE STIR. Berikut adalah hasil uji *intraclass correlation coefficient* (ICC) yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Nilai reliabilitas Koefisien Alpha

<i>Cronbach's Alpha</i>
0,530

Sumber: Data diolah, 2023

Hasil uji realibilitas menggunakan koefisien *alpha* diperoleh nilai realibilitas yang cukup memuaskan yaitu sebesar = 0,530.

Berikutnya dilakukan uji *Friedman* untuk melihat ada tidaknya perbedaan pengaruh antar perlakuan. Hasil uji *Friedman* dijelaskan pada Tabel 3.

Tabel 3 Uji *Friedman*

	Nilai Signifikansi (<i>p-value</i>)	Keterangan
Perbedaan informasi anatomi pada MRI <i>ankle joint</i> dengan sekuen <i>oblique</i> 3D FSPGR	0,000	<i>p-value</i> < 0,05 H ₀ ditolak H _a diterima

Sumber: Data diolah, 2023

Berdasarkan Tabel 3 mengenai hasil uji *Friedman* diatas, dapat diketahui bahwa hasil *p-value* sebesar 0,000 (*p-value* < 0,05), maka H₀ ditolak dan H_a diterima. Sehingga dapat diartikan terdapat perbedaan informasi anatomi pada MRI *ankle joint* dengan sekuen *oblique* 3D FSPGR.

Hasil Ranks uji *Kruskal Wallis* menunjukkan informasi jenis anatomi yang lebih baik antar citra dari sekuen 3D FSPGR, Sagittal T1 FSE dan Sagittal FSE STIR.

Tabel 4 Hasil Rank Uji *Kruskal Wallis*

	Jenis Anatomi	Mean rank
3D FSPGR	<i>Ankle (talocrural) Joint</i>	17.40
	<i>Os. Talus</i>	12.20
	<i>Archilles Tendon</i>	13.80
	<i>Talocalcaneal Interoseous Ligament</i>	5.20
	<i>Posterior Talofibular Ligament</i>	16.40
Sagittal T1 FSE	<i>Ankle (talocrural) Joint</i>	16.60
	<i>Os. Talus</i>	18.40
	<i>Archilles Tendon</i>	14.80
	<i>Talocalcaneal Interoseous Ligament</i>	5.80
	<i>Posterior Talofibular Ligament</i>	9.40
Sagittal FSE STIR	<i>Ankle (talocrural) Joint</i>	11.40
	<i>Os. Talus</i>	13.10
	<i>Archilles Tendon</i>	17.70
	<i>Talocalcaneal Interoseous Ligament</i>	6.80
	<i>Posterior Talofibular Ligament</i>	16.00

Sumber: Data diolah, 2023

Berdasarkan hasil *rank uji kruskal wallis* dapat dilihat bahwa nilai *mean rank* yang dihasilkan anatomi *ankle (talocrural) joint* pada sekuen 3D FSPGR yaitu sebesar 17,40, pada sekuen Sagittal T1 FSE sebesar 16,60, dan pada sekuen Sagittal FSE STIR sebesar 11,40. Hal ini menyatakan bahwa nilai *mean rank* sekuen 3D FSPGR lebih tinggi daripada sekuen Sagittal T1 FSE dan Sagittal FSE STIR dalam kriteria anatomi *ankle (talocrural) joint*.

Pada tabel 4 dipaparkan informasi bahwa nilai *mean rank* yang dihasilkan anatomi *Os. talus* pada sekuen 3D FSPGR sebesar 12,20, pada sekuen Sagittal T1 FSE sebesar 18,40, dan pada sekuen Sagittal FSE STIR sebesar 13,10. Hal ini menyatakan bahwa nilai *mean rank* sekuen Sagittal T1 FSE lebih tinggi daripada sekuen 3D FSPGR dan sekuen Sagittal FSE STIR dalam kriteria anatomi *Os. talus*.

Nilai *mean rank* yang dihasilkan anatomi *archilles tendon* pada sekuen 3D FSPGR sebesar 13,80, pada sekuen Sagittal T1 FSE sebesar 14,80, dan pada sekuen Sagittal FSE STIR sebesar 17,70 (Tabel 4). Hal ini menyatakan bahwa nilai *mean rank* sekuen Sagittal FSE STIR lebih tinggi daripada sekuen 3D FSPGR dan sekuen Sagittal T1 FSE dalam kriteria anatomi *archilles tendon*.

Dari Tabel 4 dapat diketahui bahwa nilai *mean rank* yang dihasilkan anatomi *talocalcaneal interosseous ligament* pada sekuen 3D FSPGR sebesar 5,20, pada sekuen Sagittal T1 FSE sebesar 5,80, dan pada sekuen Sagittal FSE STIR sebesar 6,80. Hal ini

menyatakan bahwa nilai *mean rank* sekuen Sagittal FSE STIR lebih tinggi daripada sekuen 3D FSPGR dan sekuen Sagittal T1 FSE dalam kriteria anatomi *talocalcaneal interosseous ligament*.

Pada tabel 4 dapat terlihat bahwa nilai *mean rank* yang dihasilkan anatomi *posterior talofibular ligament* pada sekuen 3D FSPGR sebesar 16,40, pada sekuen Sagittal T1 FSE sebesar 9,40, dan pada sekuen Sagittal FSE STIR sebesar 16,00. Hal ini menyatakan bahwa nilai *mean rank* sekuen 3D FSPGR lebih tinggi daripada sekuen Sagittal T1 FSE dan sekuen Sagittal FSE STIR dalam kriteria anatomi *posterior talofibular ligament*.

Pada sekuen 3D FSPGR, terjadi penekanan lemak untuk melihat tulang rawan pada bagian articular. Teknik 3D ini dibutuhkan untuk mendeteksi dan mengevaluasi tingkat kerusakan dari tulang rawan, tulang rawan mempunyai intensitas sinyal tinggi dan *contrast to noise ratio* tinggi dibandingkan dengan struktur yang berada didekatnya seperti cairan sendi, lemak, tulang kortikal, dan otot. Hasil gambar diperoleh dengan rekonstruksi transformasi *fourier* 3D sehingga citra bisa dilihat dari axial, coronal, dan sagittal, disamping itu sekuen 3D mampu menghasilkan gambaran dengan bagian tipis dan resolusi tinggi, seperti halnya *reformasi multiplanar*, dengan *signal to noise ratio* yang memadai (Disler & Disler, 2013).

Akuisisi 3D menghasilkan resolusi *voxel isotropic* dan ketebalan irisan tipis, serta menghasilkan data volumetrik untuk membuat reformasi mutliplanar (MPR) dalam bidang yang diinginkan. 3D memiliki akuisisi data yang diperoleh dari seluruh volume jaringan dengan penggunaan *slice* yang tipis tanpa *slice gap* sehingga dapat meningkatkan resolusi gambar (Salsabila, 2022).

Kekurangan dari sekuen 3D ini yaitu adanya kemungkinan terjadi pergerakan pasien (*moving artefak*) karena waktu scanning yang lebih lama dari sekuen sagittal T1 FSE, dan sagittal FSE STIR kurang lebih 02.27 menit. Waktu scanning pada sekuen sagittal T1 FSE yaitu 00.40 menit, dan waktu scanning pada sekuen sagittal FSE STIR yaitu 01.57 menit.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan informasi citra MRI *ankle joint* pada sekuen 3D FSPGR, sagittal T1 FSE dan sagittal FSE STIR dari hasil uji *Friedman* diperoleh *p-value* 0,000 (*p-value* < 0,05). Sekuen 3D FSPGR, sagittal T1 FSE dan sagittal FSE STIR diperoleh hasil nilai signifikansi pada seluruh kriteria anatomi, bahwa sekuen 3D FSPGR lebih tinggi dibandingkan dengan sekuen sagittal T1 FSE dan sagittal FSE STIR dalam menampilkan citra anatomi *ankle (talocrural) joint* dan *posterior talofibular*

ligament. Sekuen 3D FSPGR dapat menghasilkan citra dengan rekonstruksi transformasi *fourier* 3D, sehingga citra dapat dilihat dari sisi axial, sagittal dan coronal.

Karena sekuens oblique 3D FSPGR, sagittal T1 FSE, dan sagittal FSE STIR saling melengkapi dan mampu menampilkan citra yang baik dari masing-masing anatomi yang berbeda, sebaiknya dilakukan tred off parameter untuk dapat mengurangi waktu scanning, namun tetap menjaga kualitas citra MRI ankle joint dengan baik. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan patologi yang sama pada pemeriksaan MRI ankle joint, untuk memperoleh hasil yang lebih baik dari penggunaan sekuens 3D FSPGR jika dibandingkan dengan sekuens sagittal T1 FSE dan Sagittal FSE STIR.

DAFTAR REFERENSI

- Abdurachman. (2017). *Anatomi Dan Kinematik Gerak Pada Manusia* (p. 40).
- Asman, A., Ajani, A. T., Armiyati, Y., Arsa, P. S. A., Erlina, L., Nurbadriyah, W. D., Sari, Y. K., Hapipah, Haryati, Elvira, M., Koerniawan, D., & Wulandari, I. S. (2022). *Asuhan_Keperawatan_Sistem_Pernapasan_Berbasis_- SDKI, SIKI dan SLKI*. 281. https://www.google.co.id/books/edition/Asuhan_Keperawatan_Sistem_Pernapasan_Ber/96qIEAAQBAJ?hl=id&gbpv=0
- Disler, D. G., & Disler, D. G. (2013). Fat-suppressed three-dimensional spoiled gradient-recalled MR imaging: assessment of articular and physeal hyaline cartilage. *Https://Doi.Org/10.2214/Ajr.169.4.9308475*, 169(4), 1117–1123. <https://doi.org/10.2214/AJR.169.4.9308475>
- Eka Juliantara, I. P. (2022). Peran 3D-SWE Pada MRI: Studi Komparasi Sekuen Alternatif Dalam Morphologic Assesment Kartilago Sendi Lutut. *Medika Malahayati*, 6(3), 365–372.
- Han, S. H., Lee, J. W., Kim, S., Suh, J. S., & Choi, Y. R. (2015). Chronic tibiofibular syndesmosis injury: The diagnostic efficiency of magnetic resonance imaging and comparative analysis of operative treatment. *Foot and Ankle International*, 28(3), 336–2. <https://doi.org/10.3113/FAI.2007.0336>
- Hashemi, R. H., Bradley, W. G., & Lisanti, C. J. (2012). MRI: The basics. *MRI: The Basics*, 252–256. <https://doi.org/10.1148/radiology.204.1.152>
- Hidayat, T., & Widyasari, M. N. (2013). *Perbedaan Informasi Anatomi MRI Aankle Joint Sekuen Proton Density Fat Supression Irisan Sagital Antara Metode SPIR dan SPAIR*.
- Huyse, W. C. J., & Verstraete, K. L. (2021). Cartilage Trauma. *Medical Radiology*, 69–97. https://doi.org/10.1007/174_2020_248
- Intan Arovah, N. (2021). *Olahraga Terapi Rehabilitasi Pada Gangguan Musculoskeletal*. UNY Press. https://books.google.co.id/books?id=Wx9nEAAQBAJ&pg=PA4&dq=Anatomi+ankle&hl=id&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&ovdme=1&sa=X&ved=2ahUKEwipvufiiian8AhWu93MBHUj0DVsQ6wF6BAGHEAU#v=onepage&q=Anatomi ankle&f=false
- Kamaluzaman, N. N. B. (2021). *T1 Mapping For DCE-MRI*. 10–15.

- L'IRM : pas à pas. (2007). *Imaios*. /en/e-mri/sequences/spoiled-gradient-echo-sequences
- Muhammed Elmaoğlu, A. Ç. (2012). *MRI Handbook: MR Physics, Patient Positioning, and Protocols*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-1096-6>
- Murdiana, E. A. (2019). *Analisa Informasi Anatomi Pada MRI Brain Epilepsi Irisan Coronal Antara Sekuen 3DT1-IR(FSPGR) Dan 3DT1-(FSPGR)*.
- Muzamil, A., Indri, N. V., Astuti, S. D., & Prijo, T. A. (2018). Optimalisasi Citra Axial Sequence T2 Gradient Echo Dengan Variasi Bandwidth Dan Time Echo Pada MRI Shoulder Untuk Mengurangi Susceptibility Artifacts Dan Chemical Shift. *Journal of Health*, 5(2), 40–49. <https://doi.org/10.30590/vol5-no2-p40-49>
- Salsabila, H. (2022). *PERANAN SEKUEN 3D FAST SPIN ECHO DAN 2D FAST SPIN ECHO PADA PEMERIKSAAN MRI KNEE JOINT DENGAN KASUS ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT (ACL) INJURY*.
- Westbrook, C. (2014). *Handbook Of MRI Technique Fourth Edition*. Department of Allied Health and Medicine Faculty of Health, Social Care and Education Anglia Ruskin University Cambridge, UK.
<https://drive.google.com/drive/folders/1cU62XuuVXtY4O1pxNGK81WHT843W5xx5>