



ANALISIS PERBEDAAN KUALITAS CITRA PEMERIKSAAN MRI CERVICAL POTONGAN SAGITAL PADA PENGGUNAAN SEKUENS T2 TSE DIXON, T2 TSE SPAIR, DAN T2 TSE STIR

Hakim Masghuri¹, Arga Pratama Rahardian², Fani Susanto³, Alan Samudra⁴, Fathur Rachman Hidayat⁵

^{1,2,3,4,5}Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Indonesia
argarahardian@ump.ac.id

Abstrak

Fat suppression merupakan teknik penting dalam pencitraan MRI, khususnya untuk meningkatkan visualisasi struktur anatomi dengan mengurangi sinyal lemak. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi perbedaan kualitas citra pada pemeriksaan MRI Cervical pada penggunaan tiga teknik fat suppression pada masing-masing sekuen, yaitu T2 TSE Dixon, T2 TSE SPAIR, dan T2 TSE STIR. Evaluasi dilakukan pada struktur anatomi CerebroSpinal Fluid (CSF), Spinal Cord, Discus dan Bone Marrow dengan parameter kualitas citra berupa Signal-to-Noise Ratio (SNR) dan Contrast-to-Noise Ratio (CNR). Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada nilai SNR pada penggunaan ketiga teknik fat suppression pada masing-masing sekuen. T2 TSE STIR memiliki mean rank tertinggi, diikuti oleh T2 TSE Dixon dan T2 TSE SPAIR. Sebaliknya, tidak ditemukan perbedaan yang signifikan pada nilai CNR antar ketiga teknik. Meskipun nilai SNR tertinggi diperoleh dari sekuen T2 TSE STIR, bukan berarti teknik tersebut memiliki kualitas citra yang paling optimal. Faktor lain seperti karakteristik jaringan dan sensitivitas masing-masing teknik terhadap inhomogenitas medan magnet turut memengaruhi hasil pencitraan. Setiap teknik menunjukkan performa yang bervariasi tergantung pada jenis jaringan yang dianalisis, sehingga pemilihan teknik fat suppression sebaiknya disesuaikan dengan kebutuhan diagnostik yang spesifik.

Kata Kunci: *MRI Cervical, Fat Suppression, T2 TSE Dixon, T2 TSE SPAIR, T2 TSE STIR, Signal-to-Noise Ratio (SNR), Contrast-to-Noise Ratio (CNR), Kualitas Citra,*

Abstract

Fat suppression is an important technique in MRI imaging, especially to improve the visualization of anatomical structures by reducing fat signals. This study aims to evaluate the differences in image quality in Cervical MRI examinations using three fat suppression techniques on each sequence, namely T2 TSE Dixon, T2 TSE SPAIR, and T2 TSE STIR. The evaluation was carried out on the anatomical structures of CerebroSpinal Fluid (CSF), Spinal Cord, Discus and Bone Marrow with image quality parameters in the form of Signal-to-Noise Ratio (SNR) and Contrast-to-Noise Ratio (CNR). The results of statistical analysis showed that there was a significant difference in the SNR value when using the three fat suppression techniques on each sequence. T2 TSE STIR had the highest mean rank, followed by T2 TSE Dixon and T2 TSE SPAIR. Conversely, no significant difference was found in the CNR value between the three techniques. Although the highest SNR value was obtained from the T2 TSE STIR sequence, it does not mean that this technique has the most optimal image quality. Other factors such as tissue characteristics and the sensitivity of each technique to magnetic field inhomogeneities also affect the imaging results. Each technique shows varying performance depending on the type of tissue being analyzed, so the choice of fat suppression technique should be tailored to specific diagnostic needs.

Keywords: *MRI Cervical, Fat Suppression, T2 TSE Dixon, T2 TSE SPAIR, T2 TSE STIR, Signal-to-Noise Ratio (SNR), Contrast-to-Noise Ratio (CNR), Image Quality,*

@Jurnal Ners Prodi Sarjana Keperawatan & Profesi Ners FIK UP 2025

✉ Corresponding author :

Address : Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Email : argarahardian@ump.ac.id

PENDAHULUAN

Magnetic Resonance Imaging (MRI) merupakan modalitas pencitraan non invasif yang digunakan untuk memvisualisasikan jaringan lunak tanpa menggunakan radiasi pengion. MRI mempunyai keunggulan dibandingkan radiografi konvensional dan sering dimanfaatkan untuk memantau proses pengobatan atau terapi guna memperoleh citra yang lebih detail. (Peschke dkk., 2021); (Theodorou dkk., 2020). Sekarang ini, MRI menjadi salah satu prosedur pemeriksaan yang sering dan umum dilakukan di rumah sakit. Secara keseluruhan, hampir seluruh bagian tubuh dapat diperiksa menggunakan modalitas ini, dengan sekitar 90% pemeriksaan MRI difokuskan pada organ kepala dan tulang belakang, sementara sisanya, sekitar 10%, dilakukan pada organ-organ lainnya. Di antara keduanya, pemeriksaan vertebrae lebih direkomendasikan menggunakan MRI. (Lenski dkk., 2017; Rasad., 2011).

MRI merupakan pemeriksaan yang sangat ideal untuk membantu diagnosis banding gangguan struktural yang memengaruhi sumsum tulang belakang dan akar saraf. MRI memungkinkan visualisasi seluruh tulang belakang secara menyeluruh, mulai dari vertebra cervical hingga sacrum. Dengan demikian, pemeriksaan ini dinilai cukup efektif untuk mengevaluasi kondisi pada vertebra cervical, thoracal, lumbal, sacrum, hingga tulang ekor. (Ameliasari K, 2005). Cervical merupakan bagian tulang belakang yang paling pendek dibandingkan segmen lainnya dan terdiri dari tujuh ruas. Beberapa indikasi umum yang dapat terjadi di area leher meliputi, cervical radiculopathy, cervical myelopathy, trauma atau kompresi pada medula spinalis cervical, multiple sclerosis, tumor, serta gangguan diskus. Pada bagian ini, terdapat banyak lubang di prosesus transversus yang berfungsi sebagai jalur bagi arteri vertebralis melalui foramen. (Pearce, 2016).

Dalam pemeriksaan MRI vertebra cervical, terdapat beberapa sekuens yang umumnya digunakan, seperti Spin Echo (SE), Fast Spin Echo (FSE), serta Inversion Recovery (IR). Salah satu sekuens yang sering digunakan adalah Fast Spin Echo (FSE), yaitu modifikasi dari sekuens Spin Echo yang memungkinkan waktu pemindaian lebih singkat dengan memanfaatkan lebih dari satu langkah fase encoding. Penggunaan FSE saja belum cukup, karena untuk menampilkan kelainan patologi secara optimal biasanya digunakan sekuens T2-Weighted Image (T2WI) FSE. Pada sekuens ini, jaringan lemak tampak hiperintens, yang dapat menyebabkan kesulitan dalam membedakan antara jaringan patologi dan jaringan normal. Oleh karena itu, teknik penekanan sinyal lemak (fat suppression) diperlukan agar tampak hipointens, sehingga struktur patologi dapat terlihat lebih jelas. (Westbrook, et al., 2011). Ada berbagai macam pengelompokan teknik suppression pada MRI yaitu Inversion Based, Chemical Shift Based, Hybrid, (Grande, et al., 2014).

Teknik fat suppression merupakan teknik yang digunakan untuk menekan sinyal dari jaringan lemak sehingga jaringan tersebut tampak hipointens, memungkinkan visualisasi jaringan menjadi lebih spesifik sesuai karakteristiknya, dan dapat diterapkan pada berbagai jenis sekuens. Teknik ini sangat penting terutama dalam penggunaan sekuens DWI pada MRI cervical, mengingat area ini mempunyai kandungan lemak yang cukup tinggi, sehingga diperlukan penekanan lemak di sekitar lesi agar citra lebih jelas. Fat suppression bertujuan untuk menekan sinyal lemak tanpa mengganggu sinyal dari jaringan yang mengandung cairan, sekaligus mampu meningkatkan kontras resolusi dan mengurangi artefak. Salah satu metode yang digunakan dalam penekanan lemak adalah STIR, yang menghasilkan citra dengan tampilan lemak yang tampak gelap. Teknik ini dirancang untuk menghilangkan sinyal dari lemak, memperjelas tampilan cairan dan edema, serta merupakan pulse yang paling sensitif dalam mendeteksi edema dan perubahan patologi pada jaringan lunak maupun tulang di area spinal. (Fisnandya, dkk., 2018). Jika terdapat abnormalitas, gambaran abnormalitas tampak kurang jelas apabila tidak menggunakan teknik fat suppression. Salah satu teknik yang sering digunakan adalah SPAIR, dimana menggabungkan pulsa inversion recovery dengan pulsa radiofrekuensi adiabatik, (Dalto, et al., 2020). Teknik ini berfungsi untuk menekan lemak sehingga menghasilkan gambaran yang jelas dengan kerentanan rendah terhadap ketidakhomogenan medan magnet dan selektivitas sinyal lemak yang tinggi.

STIR (Short Tau Inversion Recovery) merupakan teknik yang menggunakan prinsip inversion recovery dan umumnya diterapkan pada pencitraan berbobot T2. STIR memanfaatkan waktu inversi (TI) yang relatif singkat. Setelah periode waktu TI tersebut, diberikan pulsa RF 90 derajat untuk eksitasi, yang menyebabkan sinyal dari jaringan lemak menjadi hipointens. Penggunaan TI yang pendek ini bertujuan untuk secara efektif menekan sinyal lemak dalam citra. (Wu, et al., 2012). SPAIR (Spectral Adiabatic Inversion Recovery) merupakan teknik hibrida untuk penekanan lemak yang menggabungkan metode CHESS dengan sekuens Inversion Recovery. Dalam teknik ini, pulsa inversi selektif secara spektral digunakan untuk membalik magnetisasi lemak sebesar 180 derajat. Pulsa adiabatik secara khusus diterapkan untuk mengatasi ketidakseragaman medan RF (B1 inhomogeneity). Tidak seperti pulsa konvensional yang bekerja pada satu frekuensi tertentu, pulsa adiabatik melakukan sweeping melalui rentang frekuensi untuk menghasilkan inversi magnetisasi yang lebih stabil dan efektif., (Bernstein, et al., 2004).

Secara prinsip, metode Dixon dapat digunakan pada sekuens spin echo maupun gradient echo, dengan pendekatan tertentu seperti penggunaan multi repetition atau multi echo. Dalam

proses kerjanya, akuisisi pertama dilakukan saat proton lemak dan air berada dalam fase yang sama (in phase), yang menghasilkan sinyal seperti pada pencitraan konvensional (SIP). Akuisisi kedua dilakukan saat proton lemak dan air berada dalam fase yang berlawanan (out of phase), menghasilkan sinyal SOP. Dengan mengolah perbedaan antara sinyal-sinyal ini, citra air (dengan lemak tersupresi) diperoleh dari SOP, dan citra lemak (dengan sinyal air tersupresi) didapat dari hasil subtraksi antara SIP dan SOP. Kelebihan teknik ini terletak pada kemampuannya menekan lemak secara merata dan konsisten, serta menghasilkan rasio sinyal terhadap noise (SNR) yang lebih tinggi dibandingkan STIR. Selain itu, Dixon efektif digunakan dalam evaluasi gangguan neuromuskular dan tumor, serta memungkinkan akuisisi citra tunggal dengan atau tanpa penekanan lemak. Namun demikian, kelemahannya adalah waktu pengambilan data yang relatif lebih panjang dibandingkan teknik lainnya. (Del, Filippo, 2014).

Dalam menilai kualitas citra, diperlukan parameter pengukuran yang objektif agar kualitas citra dapat dievaluasi secara akurat mengikuti standar algoritma yang berlaku. Terdapat tiga parameter utama yang menentukan kualitas citra, yaitu Signal-to-Noise Ratio (SNR), Contrast-to-Noise Ratio (CNR), dan resolusi spasial. (Westbrook, Roth, and Talbot, 2011). Resolusi spasial merupakan kemampuan sistem pencitraan untuk membedakan dua titik yang berdekatan secara terpisah dan jelas, yang berperan penting dalam menilai ketajaman gambar serta mendeteksi objek berukuran kecil. Signal-to-Noise Ratio (SNR) merupakan rasio antara amplitudo sinyal terhadap amplitudo noise, dan digunakan sebagai indikator utama dalam menilai kualitas citra. Sementara itu, Contrast-to-Noise Ratio (CNR) mengukur perbedaan nilai SNR antara dua struktur anatomi yang berdekatan. Nilai CNR yang tinggi mempermudah identifikasi perbedaan antara jaringan normal dan jaringan patologis. (Arifah, Kartikasari, and Muriati, 2017). Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi SNR dan CNR, yaitu kekuatan medan magnet, densitas proton, time echo (TE), , time repetition (TR), flip angle, voxel volume, dan tipe coil (Westbrook and Talbot, 2019).

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan di atas, dari beberapa penelitian sebelumnya belum dilakukan penelitian lebih mendalam lagi pada pemeriksaan Cervical yang menggunakan teknik fat supression yang berbeda, sehingga penulis tertarik untuk mengkaji lebih lanjut dan mendalam mengenai perbandingan kualitas citra pemeriksaan MRI Cervical potongan sagital pada sekuen T2 TSE Dixon, T2 TSE SPAIR dan T2 TSE STIR.

METODE

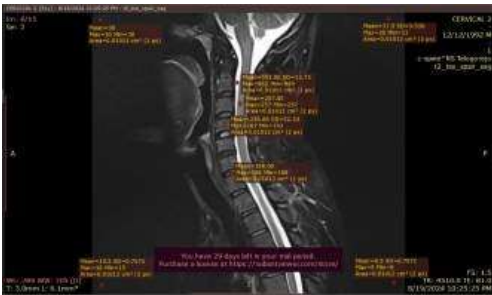
Penelitian dilaksanakan di STIKes Santa

Elisabeth Medan yang berlokasi di Jl. Bunga Terompet no 118, Medan. Penelitian telah dilakukan pada tanggal 19-26 April 2024. Populasi yaitu keseluruhan mahasiswa/i tingkat III Prodi Ners di STIKes Santa Elisabeth Medan Tahun 2024 sebanyak 97 orang. Sampel untuk penelitian ini terdiri dari semua 97 siswa Prodi Ners tingkat III di STIKes Santa Elisabeth pada tahun 2024.Strategi sampel penelitian ini adalah total sampling, Pengambilan data yang digunakan peneliti adalah dengan pengambilan primer dan sekunder.Data primer dalam penelitian ini didapatkan peneliti dari kuesioner yang dibagikan kepada responden yaitu mahasiswa/i tingkat III Prodi Ners STIKes Santa Elisabeth Medan tahun 2024 dan Data sekunder yaitu data yang diambil dari (BAAK STIKes Santa Elisabeth Medan). analisa data dalam penelitian ini adalah analisis univariat, analisis univariat menguraikan dan mendeskripsikan variabel caring code dan caring behaviors yang diolah untuk mendapatkan hasil tabel distribusi frekuensi dan persentase.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. Penempatan ROI sekuen T2 TSE Dixon



Gambar 2. Penempatan ROI sekuen T2 TSE SPAIR



Gambar 3. Penempatan ROI sekuen T2 TSE STIR

Perbedaan kualitas citra (SNR) Anatomi Keseluruhan

Data hasil penilaian kualitas citra yang mencakup parameter SNR dan CNR pada pemeriksaan MRI Cervical yang telah dianalisis menggunakan uji statistik Friedman, yang dipilih karena data yang diperoleh tidak berdistribusi normal. Dalam analisis ini, jika p value yang diperoleh < 0,05 maka hipotesis nol ditolak, dan dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan dalam kualitas citra yang dihasilkan. Hasil Uji Statistik Friedman dapat dilihat pada Tabel.1

Tabel 1. Hasil Uji Statistik Friedman pada penggunaan Sekuen T2 TSE Dixon, T2 TSE SPAIR DAN T2 TSE STIR

Sekuens	Mean Rank	P-Value
T2 TSE Dixon	2.05	0.000
T2 TSE SPAIR	1.10	
T2 TSE STIR	2.85	

Berdasarkan data pada Tabel 1, dapat diketahui bahwa hasil dari uji statistic Friedman menghasilkan nilai p-value sebesar 0,000 (p<0,05). Nilai p-value < 0,05 yang mengindikasikan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok sekuen yang diuji.

Perbedaan Kualitas Citra (SNR) masing masing anatomi

Data hasil analisis pada anatomi CSF pada penggunaan sekuen T2 TSE Dixon, T2 TSE SPAIR dan T2 TSE STIR dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Repeated Measure Anova CSF CSF pada penggunaan sekuen T2 TSE Dixon, T2 TSE SPAIR dan T2 TSE STIR

Dixon, T2 TSE SPAIR dan T2 TSE STIR

Sekuen	p- value	Keterangan
T2 TSE Dixon- T2 TSE SPAIR	0,395	Tidak Terdapat perbedaan signifikan
T2 TSE Dixon- T2 TSE STIR	0,582	Tidak Terdapat perbedaan signifikan
T2 TSE SPAIR- T2 TSE STIR	0,126	Tidak Terdapat perbedaan signifikan

Berdasarkan hasil uji *Repeated Measure Anova* yang tertera pada tabel 2, dapat diketahui bahwa pada anatomi CSF, tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar sekuen , baik antara T2 TSE Dixon dengan T2 TSE SPAIR, T2 TSE Dixon dengan T2 TSE STIR ataupun T2 TSE SPAIR dengan T2 TSE STIR. Data hasil analisis anatomi Spinal Cord pada penggunaan sekuen T2 TSE Dixon, T2 TSE SPAIR dan T2 TSE STIR dapat dilihat di tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Repeated Measure Anova Spinal Cord pada penggunaan Sekuen T2 TSE Dixon, T2 TSE SOAIR dan T2 TSE STIR

Anatomi Spinal Cord	p- value	Keterangan
T2 TSE Dixon- T2 TSE SPAIR	0.048	Terdapat perbedaan signifikan
T2 TSE Dixon- T2 TSE STIR	0,031	Terdapat perbedaan signifikan
T2 TSE SPAIR- T2 TSE STIR	0,022	Terdapat perbedaan signifikan

Berdasarkan hasil uji *Repeated Measure Anova* yang tertera pada tabel 3, dapat diketahui bahwa pada anatomi Spinal Cord terdapat perbedaan yang signifikan antar sekuen, baik antara T2 TSE Dixon dengan T2 TSE SPAIR, T2 TSE Dixon dengan T2 TSE STIR ataupun T2 TSE SPAIR dengan T2 TSE STIR. Data hasil analisis anatomi Bone Marrow pada penggunaan sekuen T2 TSE Dixon, T2 TSE SPAIR dan T2 TSE STIR dapat dilihat di tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Repeated Measure Anova Bone Marrow CSF pada penggunaan sekuen T2 TSE Dixon, T2 TSE SPAIR dan T2 TSE STIR

Anatomi Bone Marrow	p- value	Keterangan
T2 TSE Dixon- T2 TSE SPAIR	0.038	Terdapat perbedaan signifikan
T2 TSE Dixon- T2 TSE STIR	0.111	Tidak Terdapat perbedaan signifikan
T2 TSE SPAIR-T2 TSE STIR	0.027	Terdapat perbedaan signifikan

Berdasarkan hasil uji *Repeated Measure Anova* yang tertera pada tabel 4, dapat diketahui bahwa pada anatomi Bone Marrow terdapat perbedaan pada sekuen T2 TSE Dixon dengan T2 TSE SPAIR dan T2 TSE SPAIR dengan T2 TSE STIR. Data hasil analisis anatomi Discus pada penggunaan sekuen T2 TSE Dixon, T2 TSE SPAIR dan T2 TSE STIR dapat dilihat di tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji *Repeated Measure Anova* Discus CSF pada penggunaan sekuen T2 TSE Dixon, T2 TSE SPAIR dan T2 TSE STIR

Anatomi Discus	p- value	Keterangan
T2 TSE Dixon- T2 TSE SPAIR	0.272	Tidak Terdapat perbedaan signifikan
T2 TSE Dixon- T2 TSE STIR	0.072	Tidak Terdapat perbedaan signifikan
T2 TSE SPAIR-T2 TSE STIR	0.074	Tidak Terdapat perbedaan signifikan

Berdasarkan hasil uji *Repeated Measure Anova* yang tertera pada tabel 5, dapat diketahui bahwa pada anatomi Discus tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar sekuen, baik antara T2 TSE Dixon dengan T2 TSE SPAIR, T2 TSE Dixon dengan T2 TSE STIR ataupun T2 TSE SPAIR dengan T2 TSE STIR.

Perbedaan kualitas citra (CNR)

Kualitas Citra (CNR) Keseluruhan anatomi pada penelitian ini menggunakan uji *Repeated Measure Anova* karena data berdistribusi normal. Hasil uji *Repeated Measure Anova* dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji *Repeated Measure Anova* CNR pada masing-masing sekuen

Sekuen	p- value	Keterangan
T2 TSE	0.767	Tidak ada perbedaan

Dixon-T2 TSE SPAIR	signifikan
T2 TSE Dixon-T2 TSE STIR	1.000 Tidak ada perbedaan signifikan
T2 TSE SPAIR-T2 TSE STIR	1.000 Tidak ada perbedaan signifikan

Berdasarkan hasil uji anova yang tertera pada Tabel 6 untuk melihat perbedaan kualitas citra (CNR) Pada Keseluruhan anatomi, dapat diketahui bahwa hasil Sphericity Assumed memiliki nilai p-value >0,05 Hal tersebut menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan CNR yang signifikan pada penggunaan sekuen T2 TSE Dixon, T2 TSE SPAIR, T2 TSESTIR pada pemeriksaan MRI Cervical.

Pembahasan

A. Perbedaan kualitas citra (SNR) Anatomi Keseluruhan

Hasil analisis uji statistik menggunakan metode Friedman menunjukkan nilai p sebesar 0,000 ($p < 0,05$), yang mengindikasikan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik pada penggunaan ketiga teknik fat suppression pada masing-masing sekuen, yaitu T2 TSE Dixon, T2 TSE SPAIR, dan T2 TSE STIR. Dengan demikian, hipotesis nol (H_0) yang menyatakan tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada penggunaan sekuen T2 TSE Dixon, T2 TSE SPAIR dan T2 TSE STIR kelompok ditolak, dan hipotesis alternatif (H_a) diterima. Temuan ini menunjukkan bahwa jenis teknik fat suppression yang digunakan berpengaruh terhadap kualitas citra berdasarkan parameter SNR. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kualitas citra berdasarkan signal-to-noise ratio (SNR).

Untuk mengetahui *Fat Suppression* dengan SNR yang paling tinggi, dapat dilihat pada nilai mean rank pada tabel 1. Mean rank tertinggi terdapat pada sekuen T2 TSE STIR dengan nilai rata-rata mean rank 2.85. Selanjutnya, sekuen T2 TSE Dixon memiliki nilai mean rank 2.05 dan T2 TSE SPAIR dengan mean rank 1.10. Hal ini mengindikasikan bahwa sekuen T2 TSE STIR menghasilkan SNR yang paling tinggi dibandingkan lainnya. Hal tersebut selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh (Yuji dkk., 2017) yang menyatakan bahwa kualitas citra secara berurutan dari yang tertinggi adalah sekuen T2 TSE STIR, T2 TSE Dixon, dan T2 TSE SPAIR. Hal tersebut didukung oleh penelitian (Chiabai, Ophelye dkk., 2022) yang menyatakan bahwa SNR untuk sekuen T2 TSE STIR lebih tinggi jika dibandingkan dengan T2 TSE Dixon. Perbedaan nilai SNR terjadi karena Teknik STIR dapat meningkatkan jaringan dengan waktu relaksasi yang panjang sehingga meningkatkan intensitas sinyal yang diterima (Golfieri dkk., 1990),

sedangkan Teknik Dixon bekerja berdasarkan karakteristik kimia air dan lemak dan melakukan supresi berdasarkan air dan lemak (Zanchi dkk., 2020; Bacher dkk., 2021; Guerini dkk., 2015). Dan Teknik SPAIR merupakan teknik *Fat Suppression* yang sensitif terhadap inhomogenitas (Yuji dkk., 2017).

Kualitas Citra (SNR) Masing-Masing Anatomi

Hasil analisis uji *statistik Repeated Measure Anova* menunjukkan ($p\text{-value} = 0,000$, $p < 0,05$), sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima, tidak ada perbedaan yang signifikan pada penggunaan sekuen T2 TSE Dixon, T2 TSE SPAIR, dan T2 TSE STIR. Pada anatomi CSF Diketahui bahwa hasil uji *statistik Repeated Measure Anova* antar sekuen masing-masing menghasilkan nilai $p\text{-value}$ sebesar $> 0,05$, yang artinya jika nilai p yang diperoleh lebih besar dari 0,05 maka hipotesis nol diterima, dan dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antar sekuen dalam menghasilkan kualitas citra pada anatomi.

Anatomi Spinal Cord pada ke tiga sekuen diketahui dengan hasil uji menghasilkan masing-masing nilai $p\text{-value}$ sebesar $< 0,05$, yang artinya jika nilai p yang diperoleh lebih kecil dari 0,05 maka hipotesis nol (H_0) ditolak, dan dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada penggunaan sekuen T2 TSE Dixon, T2 TSE SPAIR dan T2 TSE STIR dalam menghasilkan kualitas citra pada anatomi. Pada anatomi Bone Marrow diketahui bahwa hasil uji menggunakan perbandingan sekuen T2 TSE Dixon-T2 TSE STIR menghasilkan nilai $p\text{-value}$ sebesar $> 0,05$, yang artinya jika nilai p yang diperoleh lebih besar dari 0,05 maka hipotesis (H_a) ditolak sehingga tidak terdapat perbedaan signifikan. Sedangkan pada perbandingan sekuen T2 TSE Dixon-T2 TSE SPAIR dan T2 TSE SPAIR-T2 TSE STIR menghasilkan nilai $p\text{-value}$ sebesar $< 0,05$. Jika nilai p yang diperoleh lebih kecil dari 0,05 maka hipotesis nol (H_0) ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan kualitas citra yang signifikan untuk anatomi Bone Marrow pada penggunaan sekuen T2 TSE DIXON, T2 TSE SPAIR, DAN T2 TSE STIR. Sedangkan pada anatomi Discus diketahui menghasilkan nilai $p\text{-value}$ $> 0,05$ yang artinya jika nilai p yang diperoleh lebih kecil dari 0,05 maka hipotesis (H_a) diterima, dan dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antar sekuen dalam menghasilkan kualitas citra pada anatomi.

Teknik Dixon, STIR dan SPAIR merupakan tiga teknik fat suppression yang berbeda, sehingga menggunakan prinsip fisika yang berbeda untuk menekan sinyal lemak. SPAIR menekan sinyal lemak dengan mengaplikasikan pulsa RF adiabatik untuk membalik magnetisasi proton lemak, sehingga sinyal lemak dapat ditekan saat pencitraan dilakukan, sementara sinyal dari jaring lain

tetapterjaga. STIR menekan lemak dengan menekan sinyal proton dari lemak untuk meningkatkan kontras gambar dan visualisasi jaringan lain. Teknik ini menggunakan menggunakan waktu inversi yang disesuaikan dengan waktu relaksasi T1 lemak. Sedangkan Dixon merupakan sekuen yang memanfaatkan pergeseran kimia antara proton lemak dan air dengan menangkap perbedaan fase antara lemak dan air. Algoritma Dixon kemudian memisahkan sinyal air dan lemak, melalui perhitungan matematisnya, menghasilkan gambar dengan menekan sinyal lemak (Sangmin dkk., 2018; Endah dkk., 2021; Suci dkk., 2023; Henri dkk., 2015).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa untuk anatomi CSF dan Discus tidak ada beda SNR yang signifikan pada penggunaan sekuen T2 TSE Dixon, T2 TSE SPAIR, dan T2 TSE STIR. Hal tersebut terjadi karena CSF adalah cairan dengan kandungan air yang sangat tinggi dan kandungan lemak yang sangat rendah. Discus terdiri dari nucleus pulposus (lebih banyak air di bagian tengah, terutama pada usia muda) dan annulus fibrosus (lebih banyak kolagen), sehingga kandungan lemaknya relatif lebih rendah (Indira & Nursama, 2020).

Karena rendahnya lemak pada bagian tersebut maka efektivitas dari ketiga teknik tersebut tidak berbeda secara signifikan, karena ketiga teknik tersebut berfokus untuk menekan sinyal lemak. Pada anatomi Bone Marrow, hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk sekuen T2 TSE Dixon dan T2 TSE STIR tidak ada beda yang signifikan, sedangkan antara T2 TSE Dixon dan T2 TSE SPAIR, T2 TSE STIR dan T2 TSE SPAIR terdapat beda yang signifikan. Hal tersebut terjadi karena sumsum tulang memiliki kandungan lemak yang signifikan (terutama sumsum tulang kuning) dan juga komponen seluler (sumsum tulang merah) yang mengandung air, namun proporsi keduanya bervariasi tergantung usia dan lokasi, sehingga untuk teknik yang berbeda, tentu akan menghasilkan efektifitas penekanan lemak yang berbeda pula (Fikra dkk., 2023).

Pada anatomi Spinal Cord juga terdapat perbedaan yang signifikan pada penggunaan sekuen T2 TSE Dixon, T2 TSE SPAIR, dan T2 TSE STIR, hal tersebut terjadi karena Spinal cord memang tidak mengandung banyak lemak, tetapi dikelilingi oleh lemak epidural di ruang epidural (Golfieri et al, 1990). Spinal cord juga terletak dekat dengan tulang blang belakang dan udara (terutama di area torakal), sehingga pemeriksaan pada anatomi tersebut membuatnya rentan terhadap inhomogenitas medan magnet dan akan mempengaruhi teknik fat suppression yang digunakan (Gaddikeri dkk., 2018).

B. Perbedaan kualitas citra (CNR)

Hasil analisis uji statistik *Repeated Measure Anova* menunjukkan bahwa nilai $p\text{-value}$ ($p > 0,05$) yang menunjukan tidak ada perbedaan pada kualitas cita (CNR) yang signifikan pada penggunaan sekuen

T2 TSE Dixon, T2 TSE SPAIR, dan T2 TSE STIR, sehingga H_0 diterima dan H_a ditolak. CNR merupakan selisih nilai antara dua SNR yang saling berdekatan (Westbrook, 2014), sehingga untuk ke tiga sekuen tersebut akan menghasilkan nilai CNR yang tidak berbeda secara signifikan. Semakin tinggi nilai CNR, maka semakin baik kualitas sinyal dan semakin rendah kemungkinan terjadinya kesalahan dalam transmisi data. Temuan ini sejalan dengan beberapa studi sebelumnya yang membandingkan berbagai teknik fat suppression pada pencitraan resonansi magnetik. Seperti penelitian oleh (Brandão et al. 2014) yang menemukan bahwa meskipun terdapat perbedaan dalam homogenitas fat suppression, tidak terdapat perbedaan signifikan dalam contrast-to-noise ratio (CNR) untuk sebagian besar parameter. Hasil serupa juga dilaporkan oleh (Pereira et al. 2015), yang menyatakan bahwa kualitas citra secara keseluruhan dari teknik fat suppression dapat dikatakan sebanding, tergantung pada konteks klinis dan area anatomi yang diperiksa.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kualitas citra yang signifikan pada nilai SNR keseluruhan pada penggunaan sekuen T2 TSE STIR, T2 TSE Dixon, dan T2 TSE SPAIR, dengan T2 TSE STIR menunjukkan nilai tertinggi. Namun, hasil analisis masing-masing anatomi menunjukkan bahwa perbedaan signifikan hanya ditemukan pada bone marrow dan spinal cord, sementara CSF dan discus tidak menunjukkan perbedaan signifikan. Selain itu, tidak terdapat perbedaan signifikan pada nilai CNR antar ketiga sekuen tersebut. Hasil ini mengindikasikan bahwa efektivitas teknik *fat suppression* bergantung pada karakteristik jaringan yang diperiksa, sehingga pemilihan teknik sebaiknya disesuaikan dengan kebutuhan diagnostik dan struktur anatomi target.

DAFTAR PUSTAKA

Arifah, Adhd Nur, Yeti Kartikasari, Emi Murniati. (2017). Comparative Analysis of the Value of Signal To Noise Ratio (SNR) at MRI Ankle Joint Examination Using Quad Knee Coil and Flex/Multipurpose Coil. *JImeD* 3(1): 220-240.

Bacher S, Hajdu SD, Maeder Y, Dunet V, Hilbert T, Omoumi P (2021) Differentiation between benign and malignant vertebral compression fractures using qualitative and quantitative analysis of a single fast spin echo T2-weighted Dixon sequence. *Eur Radiol* 31:9418–9427.

Bernstein M. A., King K.F., et al., (2004). *Handbook of MRI Pulse Sequence*. New York: Elsevier Academic Press.

Brandão, S., et al. (2014). "Diffusion-weighted imaging of the breast: Comparison of

SPAIR and STIR fat suppression at 3 Tesla." *European Journal of Radiology*, 83(4), 684-689.

Catherine Westbrook. 2014. *Handbook of MRI Technique*. In Wiley-Blacwel.

Chiabai, O., Van Nieuwenhove, S., Vekemans, MC. et al. Whole-body MRI in oncology: can a single anatomic T2 Dixon sequence replace the combination of T1 and STIR sequences to detect skeletal metastasis and myeloma?. *Eur Radiol* 33, 244–257 (2023). <https://doi.org/10.1007/s00330-022-09007-8>

Del, Fillippo, dkk. 2014. *Fat Suppression techniques for 3T MR Imaging of the Musculoskeletal System*. RSNA : Switzerland.

Fisnandya Meita Astari, Rasyid, & Fatimah. (2018). Perbedaan Informasi Citra Diagnostik Antara Sekuen T2 Tse STIR Dan T2 Tse Dixon Pada Pemeriksaan Mri Lumbal Potongan Sagital Dengan Kasus Radiculopathy. In *JRI (Jurnal Radiografer Indonesia)* (Vol. 1, Issue 1, pp. 52–60). <https://doi.org/10.55451/jri.v1i1.12>

Gaddikeri S, Mossa-Basha M, Andre JB, Hippe DS, Anzai Y. (2018). Optimal Fat Suppression in Head and Neck MRI: Comparison of Multipoint Dixon with 2 Different Fat-Suppression Techniques, Spectral Presaturation and Inversion Recovery, and STIR. *AJNR Am J Neuroradiol*. 39(2) :362-368. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A5483>

Golfieri R, Baddeley H, Pringle JS, Souhami R. The role of the STIR sequence in magnetic resonance imaging examination of bone tumours. *Br J Radiol*. 1990 Apr; 63 (748):251-6. <https://doi.org/10.1259/0007-1285-63-748-251>

Grande G, Vanacore N, Maggiore L, Cucumo V, Ghiretti R, Galimberti D, Scarpini E, Mariani C, Clerici F. Physical activity reduces the risk of dementia in mild cognitive impairment subjects: a cohort study. *J Alzheimers Dis*. 2014;39(4):833-9. doi: 10.3233/JAD-131808. PMID: 24296815.

Guerini H, Omoumi P, Guichoux F et al (2015) Fat suppression with dixon techniques in musculoskeletal magnetic resonance imaging: a pictorial review. *Semin Musculoskelet Radiol* 19:335–347.

Henri Guerini. Fat Suppression with Dixon Techniques in Musculoskeletal Magnetic Resonance Imaging: A Pictorial Review. *Musculoskelet Radiol*. 2015;19:335–47.

Indira Mega Wahyuningtiyas & Nursama Heru Apriantoro. 2020. Perbedaan Informasi Citra Anatomi Lumbal Sequence T2 Fat Suppression antara Teknik SPAIR dan Dixon. *Tunas-Tunas Riset Kesehatan*, 10(4). Doi: <http://dx.doi.org/10.33846>

Nuha, M. Dzawin, Lana Prasetya, & Bagus Gede Dharmawan. (2022). PERBEDAAN INFORMASI CITRA ANATOMI PADA PEMERIKSAAN MRI LUMBAL T2WI TSE FAT SATURATION DAN T2WI TSE

- DIXON POTONGAN SAGITAL PADA KLINIS HERNIA NUCLEUS PULPOSUS DI RSUP PROF Dr I GOESTI NGOERAH GDE NGOERAH DENPASAR. Jurnal Riset Rumpun Ilmu Kedokteran, 1(2), 38–47. <https://doi.org/10.55606/jurrike.v1i2.525>
- Pearce Evelyn. (2016). Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis. Evelyn Clare Pearce.
- Pereira, F. P., et al. (2015). Fat suppression techniques (STIR vs. SPAIR) on diffusion-weighted imaging of breast lesions at 3.0 T: preliminary experience. *Radiologia Brasileira*, 48(6), 362-368.
- Peschke, E., Ulloa, P., Jansen, O., & Hoevener, J. B. (2021). Metallic Implants in MRI-Hazards and Imaging Artifact. *Fortschr Rontgenstr*, 193(11), 1285-1293. <https://doi.org/10.1055/a-1460-8566>
- Ramandasari, S., Gunawati, S., Winarno, G., Edy W, M., & Heriyanto, F. (2021). ANALISIS INFORMASI CITRA MRI GENU POTONGAN AXIAL ANTARA SEQUENCE SHORT TAU INVERSION RECOVERY (STIR) DAN SEQUENCE T2- SPECTRAL ATTENUATION INVERSION RECOVERY (T2-SPAIR) JRI (Jurnal Radiografer Indonesia), 4(1), 41-46. <https://doi.org/10.55451/jri.v4i1.84>
- Rasad, S., (2011). Radiologi Diagnostik. Jakarta :Badan Penerbit FK UI.
- Theodorou, D. J., Theodorou, S. J., Kakitsubata, S., Nabeshima, K., & Kakitsubata, Y. (2020). Abnormal conditions of the diskovertebral segment: MRI with anatomic-pathologic correlation. *American Journal of Roentgenology*, 214(4), 853–861. <https://doi.org/10.2214/AJR.19.22081>
- Wahyudiarti, E., Winarno, G., Gunawati, S., Prananto, L., & Heru, N. (2021). PERBANDINGAN CITRA MRI PEDIS SEQUENCE PROTON DENSITY FAT SATURATED DAN STIR (SHORT TAU INVERSION RECOVERY) POTONGAN SAGITAL. JRI (Jurnal Radiografer Indonesia), 4(1), 18-24. <https://doi.org/10.55451/jri.v4i1.81>
- Westbrook, Catherine, Carolyn Kaut Roth, and John Talbot. (2011). MRI in Practice Fourth (4) Edition. UK: Wiley-Blackwell.
- Westbrook. C, & Talbot, J. (2019). MRI in Practice Fifth (5) Edition. UK: John Wiley & Sons Ltd.
- Wu, Jing, Ling-Quan., et al. (2012). The Application of Fat-Suppression MR Pulse Sequence in the Diagnosis of Bone-Joint Disease. *International Journal of Medical Physic, Clinical Engineering and Radiation Oncology*, 1, 88-94.
- Yuji Kishida, Hisanobu Koyama, Shinichiro Seki, Takeshi Yoshikawa, Katsusuke Kyotani, Tomoyuki Okuaki, Kazuro Sugimura, Yashiharu Ohno. (2017). Comparison of Fat Suppression on Capability for Chest MR Imaging with Dixon, SPAIR, and STIR Techniques at 3 Tesla MR System. Doi: 10.1016/j.mri.201711.012.
- Zanchi F, Richard R, Hussami M, Monier A, Knebel JF, Omoumi P (2020) MRI of non- specific low back pain and/or lumbar radiculopathy: do we need T1 when using a sagittal T2-weighted Dixon sequence? *Eur Radiol* 30:2583–2593.
- Zul Fikra, I Made Lana Prasetya, & Hendra Setiawan. (2023). Peranan Sekuen STIR Pada Pemeriksaan MRI Shoulder Dengan Klinis Supraspinatus Injury Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum Pusat Persahabatan Jakarta Timur. JURNAL RISET RUMPUN ILMU KEDOKTERAN, 2(2), 198–208. <https://doi.org/10.55606/jurrike.v2i2.2081>