

ANALISIS PERBEDAAN VARIASI INTER SLICE GAP TERHADAP SIGNAL TO NOISE RASIO PADA MRI LUMBAL SEKUEN T2WI FSE AXIAL KLINIS HERNIA NUKLEUS PULPOSUS

Luthfi Dimas Miftahul Khair¹, Ni Putu Rita Jeniyanthi², Andi Tenri Citra Latif³

^{1,2,3}Akademi Teknik Radiodiagnostik Dan Radioterapi Bali

Email: luthfidimasmoo@gmail.com

ABSTRAK

Latar Belakang: Hernia Nucleus Pulposus (HNP) merupakan salah satu penyebab utama nyeri punggung bawah yang memerlukan pencitraan akurat untuk diagnosis. Magnetic Resonance Imaging (MRI) merupakan modalitas andalan di bidang radiologi dengan menggunakan salah satu sekuen T2-weighted Fast Spin Echo (T2WI FSE) axial pada pemeriksaan lumbal untuk menampilkan detail jaringan lunak dan struktur tulang belakang serta cairan. Namun, kualitas citra MRI dapat dipengaruhi oleh parameter teknis seperti interslice gap, yang berperan dalam mengurangi artefak cross-talk. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi interslice gap 10% dan 20% terhadap Signal-to-Noise Ratio (SNR) pada MRI lumbal sekuen T2WI FSE axial pada pasien dengan klinis HNP. Metode: Penelitian eksperimental kuantitatif ini melibatkan 20 pasien HNP yang menjalani MRI lumbal di Rumah Sakit Bhayangkara Makassar menggunakan pesawat 1,5 Tesla Toshiba Vantage Elan. Setiap pasien diperiksa dengan dua variasi interslice gap 10% dan 20% pada sekuen T2WI FSE axial. Pengukuran SNR dilakukan menggunakan Region of Interest (ROI) pada tiga struktur anatomi utama: corpus lumbalis, discus lumbalis, dan Cerebrospinal Fluid (CSF). Data dianalisis menggunakan uji normalitas Shapiro-Wilk dan uji Wilcoxon Signed Rank Test untuk menentukan perbedaan signifikan antara kedua variasi interslice gap. Hasil: Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata SNR tertinggi ditemukan pada penggunaan interslice gap 20% untuk semua anatomi, yaitu corpus lumbalis (9,40), discus lumbalis (10,77), dan CSF (20,02). Analisis statistik mengungkapkan bahwa perbedaan SNR antara kedua variasi gap hanya signifikan secara statistik pada CSF ($p=0,038$), sedangkan pada corpus lumbalis ($p=0,232$) dan discus lumbalis ($p=0,502$) tidak signifikan. Temuan ini menunjukkan bahwa interslice gap yang lebih lebar (20%) cenderung meningkatkan kualitas sinyal, terutama pada struktur cairan seperti CSF, karena mengurangi interferensi eksitasi radiofrekuensi antar-irisan. Kesimpulan: Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa penggunaan interslice gap 20% dapat direkomendasikan untuk optimasi kualitas citra MRI lumbal sekuen T2WI FSE axial, khususnya dalam evaluasi patologi yang melibatkan cairan serebrospinal. Namun, untuk struktur padat seperti tulang dan diskus, pemilihan interslice gap dapat lebih fleksibel tergantung kebutuhan klinis.

Kata Kunci: MRI Lumbal, Interslice Gap, Signal-To-Noise Ratio (SNR), Hernia Nucleus Pulposus (HNP), T2-Weighted Fast Spin Echo (T2WI FSE)..

ABSTRACT

Background: Herniated Nucleus Pulposus (HNP) is one of the main causes of lower back pain that requires accurate imaging for diagnosis. Magnetic Resonance Imaging (MRI) is the gold standard in radiology, utilizing the T2-weighted Fast Spin Echo (T2WI FSE) axial sequence in lumbar examinations to display soft tissue details, spinal structures, and fluid. However, MRI image quality can be influenced by technical parameters such as interslice gap, which plays a role in reducing cross-talk artifacts. This study aims to analyze the effect of 10% and 20% interslice gap variations on the Signal-to-Noise Ratio (SNR) in lumbar MRI T2WI FSE axial sequences in patients with clinical HNP. Methods: This quantitative experimental study involved 20 HNP patients who underwent lumbar MRI at Bhayangkara Hospital Makassar using a 1.5 Tesla Toshiba Vantage Elan scanner. Each patient was examined with two interslice gap variations of 10% and 20% on the axial T2WI FSE sequence. SNR measurements were performed using a Region of Interest (ROI) on three main anatomical structures: lumbar vertebral

body, lumbar disc, and cerebrospinal fluid (CSF). Data were analyzed using the Shapiro-Wilk normality test and the Wilcoxon Signed Rank Test to determine significant differences between the two interslice gap variations. Results: The study results showed that the highest average SNR was found with a 20% interslice gap for all anatomical structures, namely the lumbar corpus (9.40), lumbar disc (10.77), and CSF (20.02). Statistical analysis revealed that the difference in SNR between the two gap variations was only statistically significant in CSF ($p=0.038$), while in the lumbar corpus ($p=0.232$) and lumbar disc ($p=0.502$) it was not significant. These findings suggest that a wider interslice gap (20%) tends to improve signal quality, particularly in fluid structures such as CSF, by reducing radiofrequency excitation interference between slices. Conclusion: The conclusion of this study is that the use of a 20% interslice gap can be recommended for optimizing the image quality of axial T2WI FSE lumbar MRI sequences, particularly in the evaluation of pathologies involving cerebrospinal fluid. However, for solid structures such as bone and disc, the selection of the interslice gap can be more flexible depending on clinical needs.

Keywords: Lumbar MRI, Interslice Gap, Signal-To-Noise Ratio (SNR), Hernia Nucleus Pulposus (HNP), T2-Weighted Fast Spin Echo (T2WI FSE).

PENDAHULUAN

Hernia Nucleus Pulposus (HNP) adalah kondisi medis di mana nucleus pulposus, yaitu material gelatinous di dalam diskus intervertebralis, menonjol keluar melalui annulus fibrosus yang robek, menyebabkan kompresi pada akar saraf atau sumsum tulang belakang. Kondisi ini merupakan penyebab umum nyeri punggung bawah dan nyeri radikuler yang dapat mengganggu aktivitas sehari-hari. Prevalensi HNP di populasi global diperkirakan sekitar 1-3%, dengan insiden tertinggi terjadi pada kelompok usia produktif (30-50 tahun). Diagnosis akurat HNP sangat penting untuk menentukan penatalaksanaan yang tepat, baik secara konservatif maupun pembedahan.

Herniated Nucleus Pulposus (HNP) secara global menurut referensi dan standar WHO 2024 diperkirakan sekitar 1–2% dari populasi umum, dengan angka yang cenderung lebih tinggi pada negara berkembang, yakni dapat mencapai 15–20%. HNP merupakan kondisi di mana inti dari diskus intervertebralis mengalami penonjolan hingga menekan saraf di sekitarnya, sehingga sering menimbulkan nyeri punggung bawah dan gejala neurologis lainnya seperti nyeri menjalar (radikulopati). Di Indonesia, berdasarkan data dari Riskesdas tahun 2013, prevalensi gejala yang berkaitan dengan HNP seperti nyeri punggung dan radikulopati mencapai sekitar 24,7%.

Pencitraan Magnetic Resonance Imaging (MRI) telah menjadi modalitas pilihan untuk evaluasi HNP karena kemampuannya memberikan gambaran detail jaringan lunak, termasuk diskus intervertebralis, sumsum tulang belakang, dan struktur saraf sekitarnya. Sekuen T2-weighted Fast Spin Echo (T2WI FSE) axial khususnya sangat berguna untuk menilai derajat herniasi diskus dan hubungannya dengan struktur neural. Namun, kualitas citra MRI dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor teknis, salah satunya adalah pemilihan parameter interslice gap.

Interslice gap didefinisikan sebagai jarak antara dua irisan yang berurutan dalam akuisisi multi-slice MRI. Parameter ini berperan penting dalam mengurangi artefak cross-talk, yaitu interferensi sinyal antara irisan yang berdekatan akibat eksitasi radiofrekuensi (RF) yang tumpang tindih. Westbrook (2014) merekomendasikan penggunaan interslice gap sekitar 10-20% dari ketebalan irisan untuk meminimalkan artefak ini. Namun, belum ada konsensus pasti

mengenai nilai optimal interslice gap untuk pemeriksaan MRI lumbal, khususnya pada sekuen T2WI FSE axial.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengevaluasi pengaruh interslice gap terhadap kualitas citra MRI. Studi oleh M. Ainul Mala (2021) pada MRI brain menemukan bahwa interslice gap 10% memberikan kualitas citra anatomi terbaik. Sementara itu, penelitian oleh Kang et al. (2019) menunjukkan bahwa peningkatan interslice gap dapat memperbaiki pengukuran T2 relaxometry tetapi berpotensi mengurangi cakupan anatomis. Temuan ini mengindikasikan bahwa efek interslice gap mungkin bervariasi tergantung pada area anatomis dan jenis sekuen MRI yang digunakan.

Data pada Instalasi radiologi RS Bhayangkara Makassar bulan Maret 2025 sampai Juni 2025 berjumlah 78 pasien pemeriksaan MRI dengan total pemeriksaan MRI Lumbosacral sejumlah 44 pemeriksaan, dengan jumlah pemeriksaan MRI Lumbosacral dengan klinis HNP rata rata 70% dari seluruh pemeriksaan MRI selama 1 bulan tersebut.

Menurut (Westbrook, 2014)(14) sekuen yang digunakan untuk pemeriksaan MRI Lumbal adalah Sagittal SE/FSE (Spin Echo/Fast Spin Echo) T1WI/T2WI, Axial/ Oblique SE/FSE T2WI dan Coronal SE/FSE. Terdapat sekuen tambahan yaitu sekuen Axial/oblique atau sagittal SE/FSE T1, Coronal SE/FSE T1, Axial/oblique FSE T2 dan STIR (Short Tau Inversion Recovery). Axial/oblique atau sagittal SE/FSE T1 digunakan apabila menggunakan media kontras untuk dapat melihat saraf terjepit dan jaringan lunak serta pada klinis tumor.

Berdasarkan Observasi penulis ketika melakukan penelitian RS Bhayangkara Makassar dengan data lapangan yang menunjukkan bahwa pemeriksaan MRI Lumbosacral merupakan pemeriksaan MRI paling umum dengan menggunakan pesawat MRI merk Toshiba dengan model MRT-2020 Vantage Elan 1,5 T dengan menggunakan sekuens Sagittal T1, sagittal T2, Coronal Stir, Axial T1, Axial T2 dan 3D Myelo

Signal-to-Noise Ratio (SNR) pada MRI lumbal sekuen T2WI FSE axial pada pasien dengan klinis HNP. SNR merupakan parameter penting yang mencerminkan rasio antara kekuatan sinyal jaringan terhadap noise latar belakang, dimana nilai SNR yang lebih tinggi mengindikasikan kualitas citra yang lebih baik. Pemahaman mengenai pengaruh interslice gap terhadap SNR dapat membantu radiografer dan radiolog dalam mengoptimalkan protokol pemeriksaan MRI lumbal untuk diagnosis HNP yang lebih akurat. Tujuan utama penelitian ini adalah Menganalisis perbedaan SNR antara penggunaan interslice gap 10% dan 20% pada MRI lumbal sekuen T2WI FSE axial dan Menentukan nilai interslice gap yang optimal untuk menghasilkan kualitas citra terbaik dalam diagnosis HNP.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimental untuk membandingkan nilai signal to noise ratio (SNR) pada variasi nilai interslice gap. Sampel penelitian ini adalah 20 pasien, kemudian masing-masing sampel dilakukan pemeriksaan MRI lumbal dengan sekuen T2WI FSE axial dengan variasi interslice gap 10 % dan 20 % dari slice thickness yang akan digunakan yaitu 3 mm, dengan sekuens pulsa spin echo pembobotan T2 potongan axial.

Pada penelitian ini menggunakan pesawat MRI Toshiba vantage 1,5 Tesla, Coil jenis built-in spine phased-array coil, yang terintegrasi dengan meja pemeriksaan, SPSS (Statistical

Package for the Social Sciences) Digunakan untuk analisis statistik, termasuk uji normalitas Shapiro-Wilk dan uji Wilcoxon Signed Rank Test dan Image J digunakan untuk pengukuran Signal-to-Noise Ratio (SNR) pada gambar hasil MRI melalui penempatan Region of Interest (ROI). ROI yang digunakan memiliki ukuran 2 mm dan diletakkan pada daerah corpus lumbalis, discus lumbalis dan cerebro spinal fluid (CSF), alasan memilih ketiga anatomi tersebut berdasarkan rekomendasi radiolog dikarenakan pada pemeriksaan MRI lumbar ketiga anatomi tersebut yang paling sering di evaluasi pada pasien dengan klinis HNP, untuk noise yang di ROI adalah daerah bebas (background) luar gambaran obyek lumbar agar mendapatkan nilai dari noise.

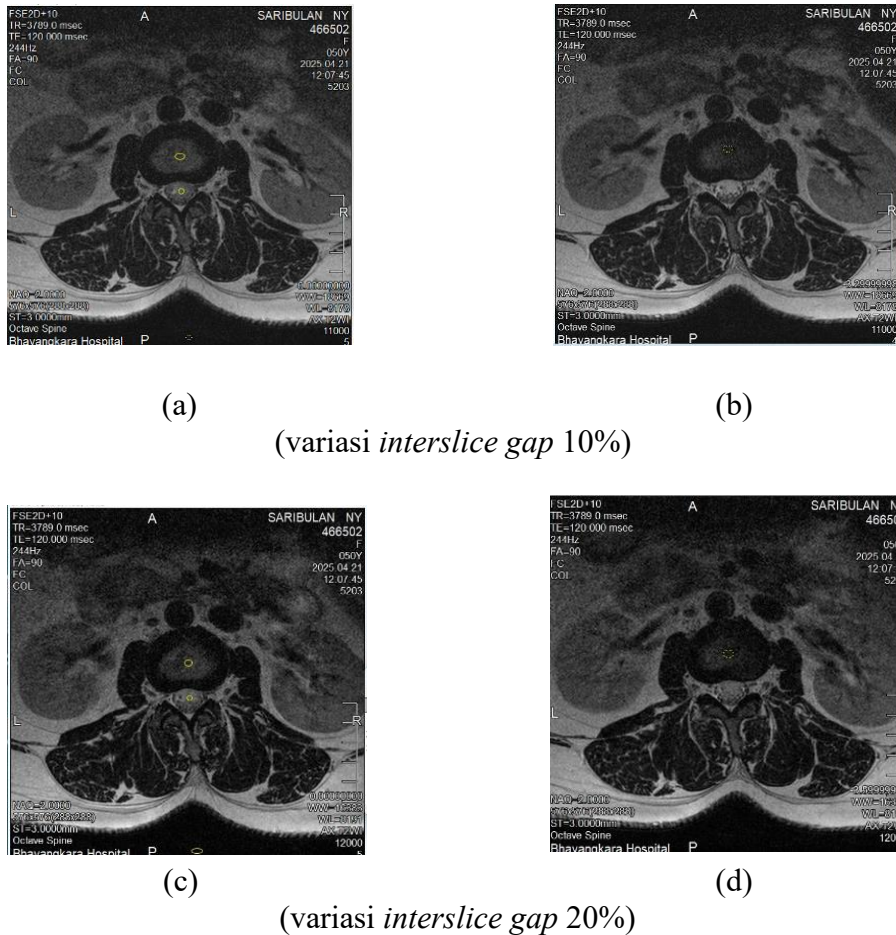
Kemudian untuk mendapatkan nilai SNR menggunakan rumus $SNR = \frac{S}{N}$ di mana S adalah nilai rata-rata intensitas sinyal dari Region of Interest (ROI) yang ditempatkan pada struktur anatomi yang homogen yaitu corpus lumbalis, discus lumbalis dan cerebro spinal fluid, dan N adalah standar deviasi dari noise, yang diukur dari ROI ketiga yang diletakkan di area tanpa sinyal, data dari hasil nilai SNR akan diolah dan dianalisa secara komputerisasi dengan menggunakan program SPSS. Kemudian data dianalisis dengan Shapiro Wilk test untuk mengetahui normalitas data. Apabila data normal dilakukan uji-t berpasangan untuk mengetahui Menganalisis perbedaan SNR antara penggunaan interslice gap 10% dan 20% dan apabila data tidak normal dilakukan uji wilcoxon Signed Rank Test.

Tabel 1. Nilai parameter penelitian

Parameter	Nilai
Time repotition	3789
Time echo	120
Nex	1
Slice thickness (mm)	3
Flip angel	90
FOV (mm)	200

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi nilai interslice gap terhadap kualitas citra MRI lumbar yang dinilai dari parameter signal-to-noise ratio (SNR). Pemeriksaan dilakukan pada 20 pasien dengan klinis Hernia Nukleus Pulposus (HNP) di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Bhayangkara Makassar, menggunakan modalitas MRI Toshiba Vantage Elan 1,5 Tesla.



Gambar 2. Gambar MRI Lumbal dengan variasi interslice gap pada pasien 1

Pemeriksaan MRI Lumbal dilakukan dengan dua variasi interslice gap, yaitu 10% dan 20% dari ketebalan slice yang digunakan, dengan mempertahankan parameter lainnya secara konstan untuk mengisolasi pengaruh dari variasi interslice gap.

Karakteristik sampel

Tabel 2.karakteristik sampel berdasarkan jenis kelamin

Jenis kelamin	Jumlah	Presentase(%)
Laki-laki	6	30%
Perempuan	14	70%
Total	20	100%

Berdasarkan jenis kelamin, sampel terdiri dari 6 laki-laki (30%) dan 14 perempuan (70%). Hal ini menunjukkan bahwa dalam populasi pasien HNP pada waktu pengambilan data, perempuan lebih dominan dibandingkan laki-laki.

Tabel 3 karakteristik sampel berdasarkan usia

Rentang Usia	Jumlah	Presentase(%)
10-30	4	20%

31-60	16	80%
Total	20	100%

Berdasarkan usia, sebanyak 4 pasien (20%) berada pada kelompok usia 10–30 tahun, sementara mayoritas yakni 16 pasien (80%) berada pada kelompok usia 31–60 tahun. Distribusi ini menunjukkan bahwa kasus HNP lebih sering ditemukan pada usia produktif hingga lanjut, yang berkaitan dengan proses degeneratif diskus intervertebralis.

Hasil Penilaian kualitas Citra Meliputi SNR Pada Pemeriksaan MRI *Lumbal* Pada Sekuen Axial T2 FSE Pada Penggunaan Variasi Nilai *Interslice Gap* 10% Dan 20%

Berdasarkan data pada tabel 4 didapatkan nilai rata-rata SNR anatomi dengan penggunaan nilai *interslice gap* 10% dan 20% pada sekuen axial T2 FSE dengan klinis HNP

Tabel 4.Rata-rata nilai SNR anatomi MRI lumbal sekuen T2 FSE dengan variasi nilai *interslice gap* 10% dan 20 %

Anatomi Organ	<i>Interslice Gap</i> 10%	<i>Interslice Gap</i> 20%
<i>Corpus Lumbalis</i>	8.68	9.40
<i>Discus Lumbalis</i>	10.09	10.77
<i>Cerebro Spinal Fluid</i>	18.04	20.02

Diketahui bahwa nilai rata-rata SNR pada setiap anatomi pada Tabel 5 yang tertinggi untuk semua anatomi didapatkan pada penggunaan *interslice gap* 20%

Hasil Uji Statistik SNR Pada Pemeriksaan MRI Lumbal Sekuen T2 FSE Pada Penggunaan Variasi Nilai *Interslice Gap* 10% Dan 20%

Uji normalitas data diperlukan karena yang digunakan berbentuk interval atau rasio dengan menggunakan uji shapiro wilk. Pada tabel 5. menunjukkan hasil uji normalitas SNR pada citra MRI Lumbal pada sekuen axial T2 FSE dengan variasi *interslice gap* 10% dan 20% sebagai berikut:

Tabel 5 Hasil uji normalitas data SNR

Variasi <i>interslice gap</i>		Shapiro-wilk		
		statistic	Df	Sig.
Corpus lumbalis	10%	0,965	20	0,644
	20%	0,884	20	0,021
Discus lumbalis	10%	0,966	20	0,660
	20%	0,929	20	0,149
CSF	10%	0,966	20	0,673
	20%	0,933	20	0,173

Pada uji normalitas data dengan uji shapiro-Wilk dikatakan bahwa data SNR Corpus dengan interslice gap 20% terdistribusi tidak normal ($p=0,021<0,05$) sedangkan variabel lainnya terdistribusi normal. Maka dari itu dilakukan uji wilcoxon untuk melihat perbedaan kualitas citra meliputi SNR MRI lumbal sekuen axial T2 FSE dengan variasi *interslice gap* 10% dan 20%.

Kemudian Uji Wilcoxon Signed Rank Test digunakan saat data tidak normal dan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan signifikan SNR antar dua variasi *interslice gap* 10% dan 20% pada MRI lumbal sekuen axial T2 FSE pada masing-masing anatomi yang diteliti corpus lumbalis, discus lumbalis, CSF.

Tabel 6 Hasil uji Wilcoxon Signed Rank Test

Anatomi	Mean Rank	Sum Of Rank
Anatomi Corpus 10%	10,43	73,00
Anatomi Corpus 20%	10,54	137,00
Anatomi discus 10%	7,91	87,00
Anatomi discus 20%	13,67	123,00
Anatomi CSF 10%	7,07	49,50
Anatomi CSF 20%	12,35	160,50

Berdasarkan hasil uji Wilcoxon Signed Rank Test yang ditampilkan pada Tabel 7, diketahui bahwa nilai mean rank untuk interslice gap 20% lebih tinggi dibandingkan dengan gap 10% pada ketiga struktur anatomi yang diteliti, yaitu corpus, discus, dan cairan serebrospinal (CSF). Pada anatomi corpus, mean rank interslice gap 20% adalah 10,54, sedikit lebih tinggi dibandingkan gap 10% sebesar 10,43. Pada anatomi discus, mean rank gap 20% mencapai 13,67, sedangkan pada gap 10% hanya sebesar 7,91. Sementara itu, pada struktur CSF, mean rank untuk gap 20% adalah 12,35 dan untuk gap 10% sebesar 7,07. Perbedaan ini menunjukkan bahwa secara umum, interslice gap 20% menghasilkan nilai SNR yang lebih tinggi dibandingkan gap 10% pada pencitraan MRI lumbal dengan sekuen Axial T2 FSE.

Tabel 7. Uji wilcoxon signed rank test

Anatomi	Z-Value	p-Value	Keputusan uji	Kesimpulan
Corpus Lumbalis	-1,195	0,232	Retain Ho	Tidak ada perbedaan signifikan
Discus Lumbalis	-0,672	0,502	Retain Ho	Tidak ada perbedaan signifikan
CSF	-2,072	0,038	Reject Ho	Ada perbedaan signifikan

Berdasarkan Tabel , terdapat perbedaan variasi interslice gap 10% dan 20% terhadap nilai Signal-to-Noise Ratio (SNR) pada beberapa struktur anatomi MRI lumbal. Pada anatomi corpus, perbedaan SNR antara kedua variasi gap tidak menunjukkan hasil yang signifikan ($p = 0,232$), demikian pula pada anatomi discus yang juga tidak menunjukkan perbedaan bermakna ($p = 0,502$). Namun, hasil berbeda ditemukan pada anatomi cairan serebrospinal (CSF), di mana terdapat perbedaan yang signifikan antara SNR yang dihasilkan oleh interslice gap 10% dan 20% p value = 0,038 kurang dari p value 0,05 maka dengan ini hipotesis H_a diterima dan H_o ditolak. Dengan demikian, bahwa variasi interslice gap hanya memberikan pengaruh signifikan terhadap kualitas SNR pada anatomi CSF, sementara pada anatomi corpus dan discus, variasi tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik

Berdasarkan tabel 8 diketahui bahwa terdapat perbedaan variasi interslice gap 10% dan 20% terhadap Signal-to-Noise Ratio (SNR) pada beberapa anatomi MRI lumbal. Pada anatomi corpus, nilai statistik Z sebesar -1,195 dengan nilai p sebesar 0,232, yang berarti tidak terdapat perbedaan signifikan antara SNR pada interslice gap 10% dan 20%. Hal serupa juga ditemukan pada anatomi discus, dengan nilai Z sebesar -0,672 dan p sebesar 0,502, yang menunjukkan bahwa perbedaan SNR antara kedua variasi gap tersebut tidak signifikan. Namun, pada anatomi CSF ditemukan nilai Z sebesar -2,072 dengan nilai p sebesar 0,038, yang menandakan adanya perbedaan signifikan antara median SNR pada interslice gap 10% dan 20%. Dengan demikian, hanya pada anatomi CSF variasi interslice gap memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kualitas SNR, sedangkan pada anatomi corpus dan discus perbedaan tersebut tidak signifikan secara statistik.

Pembahasan

SNR Berikut merupakan pembahasan yang penulis jelaskan terkait adalah analisis perbedaan SNR antara penggunaan interslice gap 10% dan 20% pada MRI lumbal sekuen T2WI FSE axial dan Menentukan nilai interslice gap yang optimal untuk menghasilkan kualitas citra terbaik dalam diagnosis HNP.

1. Menganalisis perbedaan SNR antara penggunaan interslice gap 10% dan 20% pada MRI lumbal sekuen T2WI FSE axial

Berdasarkan hasil uji Wilcoxon Signed Rank Test, diketahui bahwa terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik pada nilai Signal-to-Noise Ratio (SNR) antara penggunaan interslice gap 10% dan 20% pada struktur (CSF) dengan nilai p -value sebesar 0,038 ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa variasi interslice gap memberikan pengaruh nyata terhadap kualitas sinyal pada struktur cairan tersebut. Sebaliknya, pada struktur corpus lumbalis dan discus lumbalis, hasil uji menunjukkan nilai p -value masing-masing sebesar 0,232 dan 0,502, yang berarti tidak terdapat perbedaan signifikan antara kedua variasi interslice gap.

Berdasarkan (Hashemi & Bradley, 2010) dalam buku MRI The Basics 3rd ed, Perbedaan ini dapat dijelaskan melalui karakteristik anatomi dan sifat fisik masing-masing jaringan. Struktur CSF yang berbentuk cairan memiliki kandungan proton yang tinggi serta waktu relaksasi T2 yang panjang, sehingga menghasilkan sinyal yang sangat terang pada sekuen T2-weighted. Oleh karena itu, struktur ini sangat rentan terhadap gangguan artefak cross-talk, yaitu interferensi sinyal antar irisan akibat eksitasi radiofrekuensi yang saling tumpang tindih, terutama jika irisan terlalu berdekatan.

Sebaliknya, struktur corpus lumbalis dan discus lumbalis terdiri dari jaringan padat seperti tulang dan fibrokartilago yang memiliki sinyal relatif lebih rendah dan heterogen. Efek cross-talk pada jaringan padat ini tidak sekuat pada jaringan cairan, sehingga perubahan interslice gap tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan SNR, dengan demikian interslice gap 10% dan 20% terdapat perbedaan hanya pada struktur CSF peningkatan ini terbukti signifikan secara statistik.

2. Menentukan nilai interslice gap yang optimal untuk menghasilkan kualitas citra terbaik dalam diagnosis HNP.

Selain analisis signifikansi menggunakan p-value, perbandingan antara interslice gap 10% dan 20% juga dilakukan berdasarkan nilai mean rank yang diperoleh dari uji Wilcoxon Signed Rank Test. Nilai mean rank memberikan gambaran mengenai kecenderungan data dalam satu kelompok dibandingkan kelompok lainnya, sehingga dapat digunakan untuk menilai kecenderungan peningkatan kualitas citra berdasarkan nilai SNR.

Hasil analisis menunjukkan bahwa interslice gap 20% memiliki mean rank yang lebih tinggi dibandingkan gap 10% pada ketiga struktur anatomi yang diteliti, yaitu corpus lumbalis, discus lumbalis, dan Cerebrospinal Fluid (CSF). Pada corpus lumbalis, mean rank untuk gap 20% adalah 10,54, lebih tinggi dari gap 10% yaitu 10,43. Pada discus lumbalis, mean rank gap 20% adalah 13,67, lebih tinggi dari gap 10% sebesar 7,91. Sementara itu, pada CSF, mean rank untuk gap 20% sebesar 12,35, lebih tinggi dibandingkan dengan gap 10% yang hanya 7,07.

Temuan ini sejalan dengan teori dari (Westbrook & Talbot 2019) dalam buku MRI in Practice, yang menyatakan bahwa penggunaan interslice gap antara 10–20% dari ketebalan slice direkomendasikan untuk mengurangi artefak cross-talk, terutama dalam sekuen spin echo seperti T2WI. Westbrook menegaskan bahwa struktur cairan akan lebih sensitif terhadap cross-talk dibandingkan struktur padat, sehingga interslice gap yang lebih lebar sangat diperlukan untuk menjaga kualitas citra.

Hal tersebut juga didukung oleh (Bushong 2013) dalam Magnetic Resonance Imaging: Physical and Biological Principles, yang menjelaskan bahwa artefak eksitasi silang antar irisan (cross-talk) dapat menyebabkan penurunan SNR, terutama pada pencitraan multi-slice. Dalam buku tersebut menyarankan penggunaan interslice gap yang cukup sebagai strategi untuk mempertahankan integritas sinyal dan menghindari tumpang tindih sinyal antar slice yang berdekatan.

Selain itu, temuan ini diperkuat oleh penelitian (Kang et al. 2019) dalam jurnal Magnetic Resonance in Medical Sciences, yang menyatakan bahwa peningkatan interslice gap secara signifikan dapat memperbaiki pengukuran dan kualitas sinyal dalam sekuen berbasis spin echo, meskipun berisiko mengurangi cakupan anatomi secara keseluruhan. Studi tersebut menemukan bahwa peningkatan gap memberikan keuntungan utama dalam peningkatan SNR dan mengurangi artefak interslice, terutama pada area dengan cairan atau jaringan lunak yang homogen.

Dengan demikian, berdasarkan analisis statistik, teori, dan dukungan dari literatur ilmiah, dapat disimpulkan bahwa interslice gap 20% memberikan kualitas citra yang lebih baik dibandingkan interslice gap 10%, khususnya pada struktur cairan seperti CSF. Oleh karena itu, gap 20% dapat direkomendasikan sebagai pengaturan optimal dalam protokol MRI lumbal axial T2WI FSE untuk meningkatkan akurasi diagnostik pada kasus HNP.

KESIMPULAN

Berdasarkan Terdapat perbedaan variasi interslice gap terhadap kualitas citra pada MRI lumbal potongan axial T2WI FSE, ditinjau dari parameter Signal-to-Noise Ratio (SNR). Berdasarkan hasil uji Wilcoxon Signed Rank Test, pada anatomi CSF diperoleh nilai $p = 0,038$ ($p < 0,05$), yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara penggunaan interslice gap 10% dan 20%.

Dari sisi mean rank, interslice gap 20% menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan 10% pada ketiga struktur anatomi, yaitu corpus, discus, dan CSF. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun tidak semua hasil signifikan secara statistik, interslice gap 20% memberikan nilai SNR yang lebih tinggi, sehingga memberikan kualitas citra yang lebih optimal.

Dengan demikian, interslice gap 20% dapat direkomendasikan sebagai pilihan optimal dalam protokol MRI lumbal axial T2WI FSE, khususnya untuk meningkatkan kualitas pencitraan struktur cairan seperti CSF pada pasien dengan klinis Hernia Nucleus Pulposus (HNP), serta tetap dapat dipertimbangkan untuk struktur padat dengan pertimbangan klinis dan kebutuhan spesifik.

DAFTAR PUSTAKA

- Wicaksono RB. CORRELATION OF PAIN INTENSITY AND HEALTH-RELATED QUALITY OF LIFE IN LUMBAR HERNIATED NUCLEUS PULPOSUS IN RSUD PROF. DR. MARGONO SOEKARJO. *Mandala Of Health*. 2021 Dec 27;14(2):83.
- Irvan¹ M, Sulistyani² S, Sulistyani K.; Alamat S, Kunci K. TATALAKSANA KOMPREHENSIF PADA KASUS HERNIA NUCLEUS PULPOSUS (HNP) Comprehensive Management of Hernia Nucleus Pulposus (HNP).
- Simanjuntak ML, Ilyas M, Murtala B, Zainuddin A. Hubungan Antara Parameter Geometrik Sagital Lumbosakral Dengan Kejadian Hernia Nukleus Pulposus Pada Pasien Yang Dilakukan Pemeriksaan MRI Lumbosakral. *JURNAL BIOMEDIK (JBM)*. 2021 Feb 7;13(1):9.
- Westbrook Catherine. *Handbook of MRI technique*. John Wiley & Sons Inc.; 2014. 379 p. westbrook catherine, Talbot J. *MRI in Practice*. 2019.
- Lee SY, Cho JH, Lee HK, Cho MS, Park CS, Kim EC, et al. A study on a method to reduce the effect of the cross-talk artifact in a simultaneous, multiple-slice, plane, oblique MRI scan. *Journal of the Korean Physical Society*. 2022;61(5):807–14.
- Bruil E, Rapacchi S, Bendahan D, Andreychenko A. Reducing “slice cross-talk” effect in metamaterial assisted fast spin-echo MRI. In: *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing Ltd; 2021.
- Kesehatan Masyarakat J, Widya Risma F, Putu Eka Juliantara I, Luh Putu Sari Widari N, Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali A, Author C. PERBANDINGAN CNR MRI KNEE JOINT PASIEN LIGAMENT INJURY : STUDI KOMPARASI KOMBINASI FLIP ANGLE DAN TIME INVERSION. 2024; Schwaighofer¹ BW, Yu KK, Mattrey RF,

- Schwaighofer BW. Diagnostic Significance of Interslice Gap and Imaging Volume in Body MR Imaging [Internet]. 2020. Available from: www.ajronline.org
- Kang KM, Choi SH, Kim H, Hwang M, Yo RE, Yun TJ, et al. The effect of varying slice thickness and interslice gap on T2 and t2 measured with the multidynamic multiecho sequence. *Magnetic Resonance in Medical Sciences*. 2019;18(2):126–33.
- Westbrook C, Roth CK, Talbot J. MRI in Practice Fourth Edition RT (R) (MR) (CT) (M) (CV), FSMRT CEO, Imaging Education Associates Pennsylvania USA. 2011.
- Ainul Mala M, Rusyadi L, Kemenkes Semarang P. PENGARUH VARIASI INTERSLICE GAP TERHADAP KUALITAS CITRA DAN INFORMASI CITRA ANATOMI PADA MRI BRAIN POTONGAN AXIAL T2WI SPIN ECHO. Vol. 1, JImeD. 2021.
- Westbrook, C., & Talbot, J. (2019). MRI in Practice (5th ed.). Wiley-Blackwell.
- Bushong, S. C. (2013). Magnetic Resonance Imaging: Physical and Biological Principles (4th ed.). Elsevier Health Sciences.
- Kang, K. M., Choi, S. H., Kim, H., Hwang, M., Yun, T. J., & Chang, K. H. (2019). The effect of varying slice thickness and interslice gap on T2 and T2* measured with the multidynamic multiecho sequence. *Magnetic Resonance in Medical Sciences*, 18(2), 126–133. <https://doi.org/10.2463/mrms.mp.2018-0079>
- Hashemi, R. H., & Bradley, W. G. (2010). MRI: The Basics (3rd ed.). Lippincott Williams & Wilkins