

Perbandingan Kualitas Citra antara Sekuen T2 *Weighted* 3D VISTA dengan T2 *Weighted Turbo Spin Echo* pada Potongan Sagital Pemeriksaan MRI Lumbal

Anggreini Ningsi Malo¹, Ketsya K. Titalouw², Ni Putu Rita Jeniyanthi³

¹²³ AKTEK Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali, Bali, Indonesia

Corresponding author: ritaj0224atro@gmail.com

Abstrak: Kualitas citra yang optimal sangat penting dalam MRI; meskipun sekuens T2 *Weighted Turbo Spin Echo* (T2W TSE) memberikan detail jaringan yang sangat baik, ketebalan irisan 5 mm dapat membatasi visualisasi struktur anatomi yang kecil. Sebaliknya, sekuens T2 *Weighted* 3D VISTA dengan voxel isotropik 1 mm menawarkan resolusi spasial yang lebih tinggi serta kemampuan rekonstruksi multiplanar. Oleh karena itu, studi perbandingan kuantitatif ini bertujuan untuk membandingkan *Signal-to-Noise Ratio* (SNR) dan *Contrast-to-Noise Ratio* (CNR) antara sekuens T2W 3D VISTA dan T2W TSE pada pemeriksaan MRI lumbal bidang sagital menggunakan pesawat MRI Philips Achieva 1,5 Tesla. Studi ini melibatkan 15 pasien yang diperiksa dengan kedua sekuens tersebut, dengan penempatan *Region of Interest* (ROI) pada medula spinalis, prosesus spinosus, *cerebrospinal fluid* (CSF), diskus intervertebralis, *ligament interspinous*, dan *body of vertebrae*, dilanjutkan dengan analisis statistik menggunakan *Paired Samples T-Test* dan *Wilcoxon Signed Rank Test*. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan SNR yang signifikan pada *body of vertebrae* ($p < 0,001$), prosesus spinosus ($p = 0,022$), diskus intervertebralis ($p = 0,002$), dan medula spinalis ($p = 0,050$), di mana sekuens T2W TSE menunjukkan intensitas sinyal yang lebih tinggi; sementara itu, tidak ditemukan perbedaan signifikan pada *cerebrospinal fluid* (CSF) ($p = 0,491$) maupun *ligament interspinous* ($p = 0,256$). Analisis CNR menunjukkan tidak adanya perbedaan signifikan antara kedua sekuens pada seluruh struktur anatomi ($p > 0,05$), yang mengindikasikan kontras antarjaringan yang sebanding. Namun, analisis *mean rank Wilcoxon* menunjukkan bahwa T2W 3D VISTA cenderung lebih unggul untuk diskus intervertebralis, *body of vertebrae*, dan prosesus spinosus karena resolusi spasialnya yang lebih tinggi, sedangkan T2W TSE cenderung lebih unggul untuk medula spinalis dan *ligament interspinous* karena intensitas sinyal dan kontrasnya yang lebih kuat.

Kata Kunci: MRI Lumbal, T2W TSE, 3D VISTA, SNR, CNR

Abstract: Optimal image quality is essential in MRI, and although T2-Weighted Turbo Spin Echo (T2W TSE) provides excellent tissue detail, its 5-mm slice thickness may limit the visualization of small anatomical structures, whereas T2-Weighted 3D VISTA, with 1-mm isotropic voxels, offers higher spatial resolution and multiplanar reconstruction; therefore, this quantitative comparative study aimed to compare the *Signal-to-Noise Ratio* (SNR) and *Contrast-to-Noise Ratio* (CNR) of T2W 3D VISTA and T2W TSE sequences in sagittal lumbar MRI using a Philips Achieva 1.5 Tesla MRI scanner, involving 15 patients examined with both sequences, with *Regions of Interest* (ROIs) placed on the spinal cord, spinous processes, cerebrospinal fluid, intervertebral discs, interspinous ligaments, and vertebral bodies, followed by statistical analysis using the *Paired Samples T-Test* and *Wilcoxon Signed Rank Test*. The results showed significant SNR differences in the vertebral bodies ($p < 0.001$), spinous processes ($p = 0.022$), intervertebral discs ($p = 0.002$), and spinal cord ($p = 0.050$), with T2W TSE generally demonstrating higher signal intensity, while no significant differences were found in CSF ($p = 0.491$) or interspinous ligaments ($p = 0.256$). CNR analysis revealed no significant differences between the two sequences across all anatomical structures ($p > 0.05$), indicating comparable intertissue contrast. However, Wilcoxon mean rank analysis showed that T2W 3D VISTA tended to be superior for intervertebral discs, vertebral bodies, and spinous processes due to its higher spatial resolution, whereas T2W TSE tended to be superior for the spinal cord and interspinous ligaments due to its stronger signal intensity and contrast.

Keywords: MRI Lumbal, T2W TSE, 3D VISTA, SNR, CNR

Pendahuluan

Magnetic Resonance Imaging (MRI) merupakan modalitas pencitraan diagnostik yang sering digunakan untuk mengevaluasi jaringan tubuh, aliran darah serta fungsi metabolisme

tubuh. Salah satu pemeriksaan MRI yang sering dilakukan yaitu MRI lumbal, dalam aplikasinya MRI menggunakan medan magnet berkekuatan 1 Tesla-7 Tesla. (Inglese et al. 2019)

MRI Lumbal merupakan salah satu pemeriksaan yang sering dilakukan untuk mengevaluasi kelainan struktural pada tulang belakang. MRI lumbal sendiri sering digunakan untuk melihat anatomi seperti medula spinalis, akar saraf, diskus intervertebralis, tulang lumbal, faset joint, dan ligamen (Sollmann et al., 2023). Pemeriksaan MRI lumbal berperan dalam menilai berbagai kelainan seperti HNP, spinal dysraphism dan arachnoiditis (Westbrook., 2014). Oleh karena itu, kualitas citra yang optimal menjadi faktor utama dalam menunjang ketepatan diagnosis. Kualitas citra adalah tingkat kemampuan suatu citra MRI dalam memberikan nilai diagnostik yang optimal menampilkan anatomi dengan jelas serta meminimalkan artefak dan noise. Kualitas citra MRI sendiri dipengaruhi oleh tingkat noise (SNR) dan kontras jaringan (CNR) (Kasturyulin et al., 2023). Secara umum, *Signal to Noise Ratio* (SNR) dihitung sebagai rasio antara rata-rata sinyal pada suatu region dengan deviasi standar noise background, sedangkan *Contrast to Noise Ratio* (CNR) dihitung dengan mengurangi intensitas sinyal dua jaringan berbeda, kemudian dibagi dengan standar deviasi *background*. Semakin tinggi nilai SNR dan CNR semakin tinggi juga kualitas citra yang didapatkan (Westbrook., 2014). Pada pemeriksaan MRI Lumbal, penggunaan sekuen dan parameter yang tepat menjadi faktor penting dalam mendapatkan kualitas citra yang baik dan detail anatomi yang jelas. Menurut Westbrook (2014), sekuen rutin yang digunakan pada pemeriksaan MRI lumbal meliputi Sagittal/Coronal SE/FSET1 atau coherent GRE T2, Sagittal SE/FSE T1, Sagittal SE/FSE T2 atau coherent GRE T2, serta Axial/Oblique SE/FSE T1/T2 atau coherent GRE T2. Sekuen yang umum digunakan yaitu T2 Weighted Turbo Spin Echo 2D yang menjadi standar klinis karena memberikan detail jaringan yang baik, namun sekuen ini memiliki keterbatasan yaitu slice thickness yang tebal sehingga dapat mengurangi visualisasi detail struktur anatomi kecil (Hosseini et al., 2018). Perkembangan teknologi mendorong penggunaan sekuen tiga dimensi isotropik, seperti T2 *weighted isotropic Turbo Spin Echo*. Sekuen ini menghasilkan ukuran voxel yang sama pada semua arah, sehingga memungkinkan rekonstruksi multiplanar tanpa kehilangan detail. Teknik turbo spin echo yang dioptimalkan memungkinkan akuisisi data tanpa celah dan meningkatkan efisiensi waktu pemeriksaan (Park et al., 2018).

Prevalensi Pemeriksaan MRI lumbal di Instalasi Radiologi RSUD Welas Asih Provinsi Jawa Barat pada periode Maret 2026 mencapai 55% dari total seluruh pemeriksaan MRI. Dikarenakan tingginya prevalensi MRI lumbal menuntut adanya penggunaan sekuen MRI yang optimal demi memperoleh kualitas citra yang baik.

Dalam penelitian Qurat-ul-Ain et al. (2026) menyatakan bahwa penggunaan sekuen T2 weighted 3D isotropik pada MRI lumbal memberikan keunggulan berupa visualisasi anatomi

yang lebih baik terutama pada kanal spinal dan akar saraf dibandingkan dengan sekuen T2 Weighted Turbo Spin Echo (T2W TSE 2D).

Meskipun penelitian terdahulu telah mengevaluasi penggunaan sekuen T2 Weighted Turbo Spin Echo dan T2 Weighted 3D VISTA. Namun, pada sebagian besar studi masih berfokus pada penilaian visual yang bersifat subjektif dan berdasarkan penilaian kuantitatif pada informasi diagnostik. Namun, pada penelitian ini penulis tertarik untuk melakukan analisis komparatif secara kuantitatif dengan mengukur nilai SNR dan CNR pada anatomi MRI lumbal potongan sagital, sehingga penulis melakukan evaluasi lebih lanjut khususnya terkait perbandingan nilai SNR dan CNR pada potongan sagital MRI lumbal di RSUD Welas Asih Provinsi Jawa Barat. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kualitas citra antara sekuen T2 *weighted Turbo spin echo isotropic* (T2 *weighted* 3D VISTA) dan T2 *Weighted Turbo Spin Echo* (T2W TSE) pada potongan sagital MRI lumbal di RSUD Welas Asih Provinsi Jawa Barat.

Metode

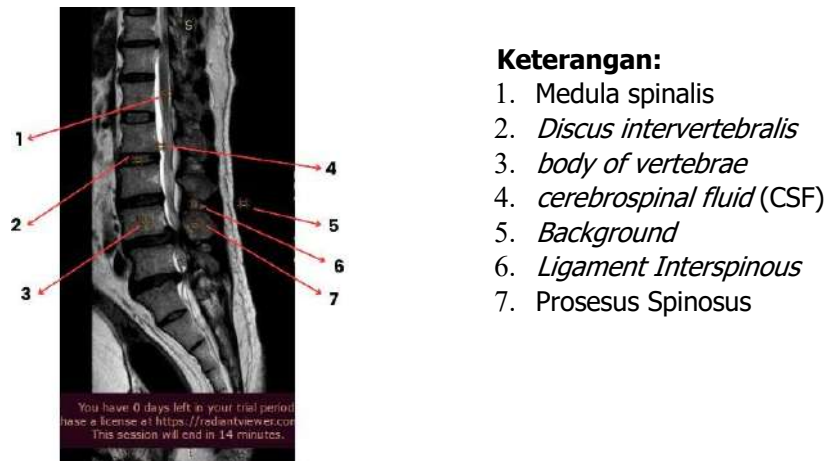
Jenis penelitian ini adalah kuantitatif dengan pendekatan komparatif yang bertujuan untuk melihat apakah ada tidaknya perbedaan yang signifikan antara citra T2 weighted 3D VISTA dengan T2 Weighted Turbo Spin Echo. Pengambilan data dilakukan pada bulan Mei 2026 di Instalasi Radiologi RSUD Welas Asih Provinsi Jawa Barat, alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu pesawat MRI Philips Achieva 1,5 Tesla yang dilengkapi dengan coil khusus tulang belakang (*spine coil*), *Headphone*, *emergency button*, bantal, selimut, dan baju pasien. Sekuen yang digunakan di RSUD Welas Asih Provinsi Jawa Barat yaitu T1W TSE segital/axial, T2W TSE axial, dan T2W TSE 3D (3D VISTA). Populasi dalam penelitian yaitu seluruh pasien yang melakukan pemeriksaan MRI lumbal dan sampel penelitian berjumlah 15 pasien, setiap pasien dilakukan proses pemindaian potongan sagital dengan sekuen T2 weighted 3D VISTA dan T2W TSE.

Variabel dalam penelitian ini di kelompokkan menjadi tiga jenis yaitu Variabel bebas yang terdiri sekuen T2 Weighted Turbo Spin Echo dan sekuen T2 Weighted 3D VISTA, variabel terikat yang terdiri dari kualitas citra, yaitu *Signal to Noise Ratio* (SNR) dan *Contrast to Noise Ratio* (CNR) pada enam anatomi lumbal, variabel kontrol terdiri dari MRI Philips Achieva 1,5T *Time Repetition* (TR), *Time Echo* (TE), *Field of View* (FOV), *slice thickness*, *scan time*, *Region of Interest* (ROI).

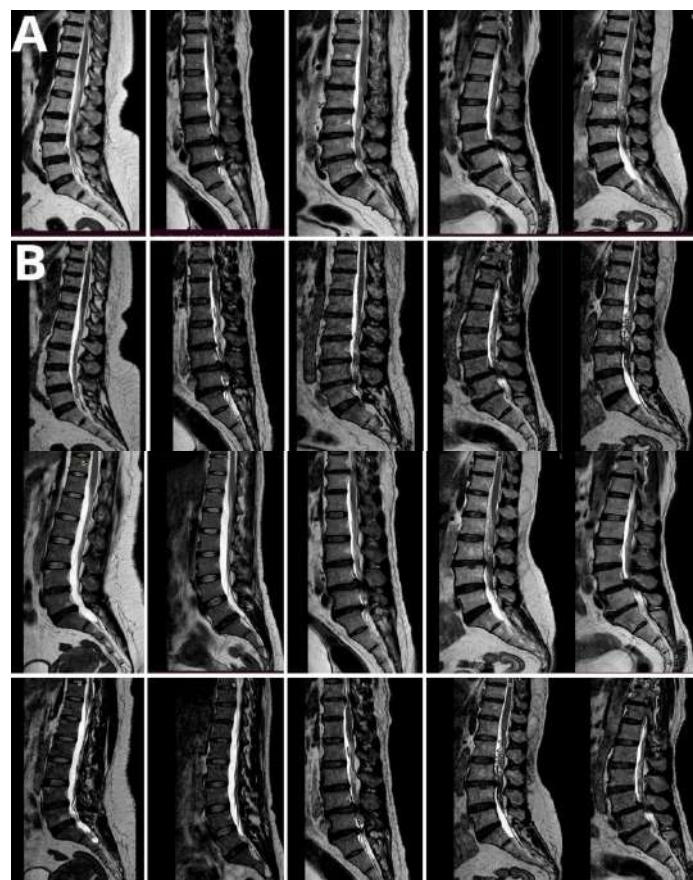
Prosedur penelitian dimulai dengan melakukan pemindaian citra *T2 weighted Turbo Spin Echo* dan T2 *Weighted* 3D VISTA pada 15 pasien MRI lumbal menggunakan pesawat MRI Philips Achieva 1,5 yang dilengkapi dengan *spine coil*.

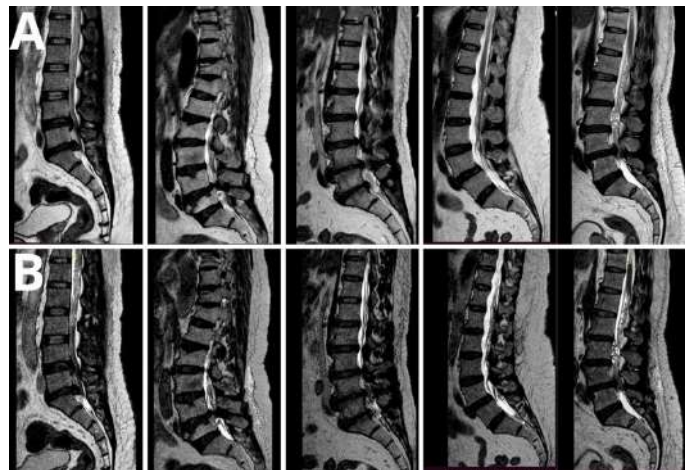
Data citra yang diperoleh kemudian diolah menggunakan program Radiant DICOM,

setelah itu dilakukan pengukuran dengan menempatkan *Region of Interest* (ROI) pada Medula Spinalis, prosesus spinosus, *Cerebrospinal Fluid* (CSF), Diskus Intervertebralis, *ligament interspinous*, *body of Vertebrae* dan *background* (Nizar et al., 2019). Penempatan ROI ini bertujuan untuk mencari nilai rata-rata sinyal serta standar deviasi pada anatomi masing-masing citra. ROI ditempatkan pada sekuen *T2 Weighted Turbo Spin Echo* potongan citra nomor 8 atau 9, sedangkan pada sekuen *T2 Weighted 3D VISTA* pada potongan nomor 75 atau 76.



Gambar 1. ROI pada MRI sagital Lumbal





Gambar 2. Hasil citra MRI lumbal (A) T2W TSE; (B) T2W 3D VISTA

Setelah data diperoleh, peneliti kemudian menghitung nilai *signal to Noise Ratio* (SNR) dan *Contrast to Noise Ratio* (CNR). Nilai SNR dan CNR diperoleh dengan penghitungan menggunakan rumus sebagai berikut:

Rumus SNR:

$$SNR = \frac{S}{N}$$

Keterangan:

S (Signal)=intensitas sinyal jaringan N

(Noise)= standar deviasi noise

Rumus CNR:

$$CNR = \frac{|S_1 - S_2|}{N}$$

Keterangan:

S₁=intensitas sinyal jaringan pertama (contoh: diskus intervertebralis). S₂=intensitas jaringan kedua (contoh:medula spinalis atau CSF).

N= noise.

Hasil perhitungan SNR dan CNR kemudian dikumpulkan dalam format Microsoft Excel dan di uji secara statistik menggunakan program SPSS 25. Uji yang dilakukan yaitu uji *Paired Sample T-Test* dan uji *Wilcoxon*. Hasil uji statistik kemudian dianalisis untuk melihat ada tidaknya perbedaan nilai antara sekuen T2 *weighted* 3D VISTA dengan T2 *Weighted Turbo Spin Echo* dan untuk mengetahui sekuen mana yang memberikan kualitas citra yang lebih optimal.

Tabel 1. Parameter protokol MRI Lumbal di RSUD Welas Asih Provinsi Jawa Barat

parameter	T2W TSE	3D VISTA
TR	3594	1300
TE	100	135
<i>Slice Thickness</i>	5	1
<i>Scan time</i>	3:37 min	5:12 min
FOV	150x360	150x360
<i>Slice</i>	18	145
<i>Matrix</i>	188x361	136x330
<i>Flip Angle</i>	90	90

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan uji statistik yang telah dilakukan oleh peneliti mengenai perbandingan SNR dan CNR, diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Uji SNR Paired T-Test *Cerebrospinal fluid, body of vertebrae* dan Prosesus spinosus

No	Anatomi	Mean	<i>P-value</i>
1.	CSF T2W TSE-CSF 3D	10.41	0.491
2.	Body T2W TSE-Body 3D	27.35	<0.001
3.	Prosesus T2W TSE-Prosesus 3D	9.06	0.022

Berdasarkan hasil uji *paired samples T-Test*, ditemukan bahwa terdapat variasi hasil pada ketiga anatomi yang diujikan. Pada *Cerebrospinal fluid*, tidak ditemukan perbedaan yang signifikan antara sekuen T2W TSE dengan T2 weighted 3D VISTA ($p=0.491$). Pada *body of vertebrae* dan prosesus spinosus menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dimana *body of vertebrae* ($p=<0.01$) dan Prosesus spinosus ($p=0.022$). Hal ini menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan dimana sekuen T2 *Weighted Turbo Spin Echo* memiliki nilai statistik kuantitatif yang lebih tinggi dibandingkan dengan T2 *Weighted* 3D VISTA.

Tabel 3. Hasil uji SNR Wilcoxon Signed Test Medula spinalis, *discus intervertebralis* dan *ligament interspinous*

No	Anatomi	<i>P-value</i>
1.	Medula 3D-Medula T2W TSE	0.050

2.	Diskus 3D-Diskus T2W TSE	0.002
3.	Ligamen 3D-Ligamen 2D	0.256

Berdasarkan hasil uji Wilcoxon, ditemukan bahwa terdapat perbedaan signifikan pada *discus intervertebralis* ($p=0.02$) dan medula spinalis ($p=0.050$) antara sekuen T2 *weighted* 3D VISTA dan T2 *Weighted Turbo Spin Echo*. Sebaliknya, pada *ligament interspinous* ($p=0.256$), menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan antara kedua sekuen tersebut.

Tabel 4. Hasil Ranking Medula Spinalis, Prosesus Spinosus, *Body Of vertebrae* dan *Discus intervertebralis*

Anatomi		N	Mean Ranks
Medula 3D-Medula 2D	Negative Ranks	10	9.40
	Positive Ranks	5	5.20
Diskus 3D- Diskus 2D	Negative Ranks	13	8.85
	Positive Ranks	2	2.50
Body 3D-body 2D	Negative Ranks	14	8.36
	Positive Ranks	1	3.00
Prosesus 3D-Prosesus 2D	Negative Ranks	11	8.73
	Positive Ranks	4	6.00

Berdasarkan tabel *mean ranks* diatas, kelompok *negative ranks* (T2 *Weighted Turbo Spin Echo*) sangat unggul dalam jumlah pasien dan nilai *mean rank* yang jauh lebih besar jika dibandingkan dengan kelompok *positive ranks* (T2 *Weighted* 3D VISTA). Misalnya pada *Discus intervertebralis*, sekuen T2W TSE menang dengan jumlah pasien ($N=13$) dan *mean ranks* sebesar 8.85. Selisih keunggulan ini membuktikan bahwa nilai SNR yang dimiliki oleh sekuen T2 *Weighted Turbo Spin Echo* berada di peringkat atas. Sementara pada sekuen T2 *Weighted* 3D VISTA hanya unggul pada 2 pasien dengan selisih keunggulan yang sangat tipis (*mean ranks*=2.50)

Tabel 5. Hasil uji CNR Paired T-Test

No	Anatomi	Mean	P-Value
1	Medula 2D-Medula 3D	19.31	0.194
2	Diskus 2D-Diskus 3D	-5.17	0.761

No	Anatomi	Mean	P-Value
3	Body 2D -Body 3D	5.26	0.739
4	Ligamen 2D- Ligamen 3D	18.96	0.248
5	Prosesus 2D - Prosesus 3D	1.38	0.931

Berdasarkan tabel 5. Seluruh anatomi *p-value* memiliki nilai lebih besar dari 0.05 ($p>0.05$). hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai CNR pada sekuen T2 *weighted Turbo Spin Echo* dan T2 *weighted 3D VISTA* di semua anatomi yang diuji. Beberapa anatomi seperti Medula spinalis dan *Ligamen interspinous* menunjukkan nilai mean yang cukup besar.

Tabel 6. Hasil Mean Rank Uji Wilcoxon

Anatomi	Ranks	N	Mean Ranks
Medula 3D-Medula 2D	Negative Ranks	9	8.44
	Positive Ranks	6	7.33
Diskus 3D- Diskus 2D	Negative Ranks	5	9.00
	Positive Ranks	10	7.50
Body 3D-Body 2D	Negative Ranks	5	10.00
	Positive Ranks	10	7.00
Ligamen 3D-Ligamen 2D	Negative Ranks	9	8.33
	Positive Ranks	6	7.50
Prosesus Spinosus 3D-Prosesus Spinosus 2D	Negative Ranks	7	9.14
	Positive Ranks	8	7.00

Berdasarkan hasil mean rank Wilcoxon pada tabel 6, sekuen T2 *Weighted Turbo Spin Echo* lebih unggul pada anatomi medula spinalis dan ligamen interspinosus dibandingkan positive rank T2 *Weighted 3D VISTA*. Pada medula spinalis, sekuen T2 *Weighted Turbo Spin Echo* unggul 9 pasien dengan mean ranks sebesar (8.44) sedangkan T2 *Weighted Turbo Spin Echo* hanya unggul pada 6 pasien dengan mean ranks sebesar (7.33) pada ligamen interspinous, T2 *Weighted Turbo Spin Echo* juga unggul 9 pasien dengan mean ranks sebesar (7.50).

Sebaliknya, pada diskus intervertebralis, *body vertebra* dan prosesus spinosus kelompok positif ranks T2 *Weighted* 3D VISTA lebih dominan. Pada diskus intervertebralis dan *body of vertebrae*, T2 *Weighted* 3D VISTA unggul 10 pasien, sedangkan pada prosesus spinosus unggul 8 pasien. Hal ini menunjukkan bahwa sekuen T2 *Weighted Turbo Spin Echo* lebih unggul pada medula spinalis dan ligamen interspinosus karena menghasilkan kontras citra yang lebih kuat, sedangkan sekuen T2 *Weighted* 3D VISTA lebih unggul pada diskus intervertebralis, *body vertebra* dan prosesus spinosus karena memiliki resolusi spasial lebih tinggi, slice isotropik 1 mm, serta mendukung multiplanar reconstruction (MPR) sehingga anatomi terlihat lebih jelas.

Berdasarkan hasil penelitian komparatif yang dilakukan terhadap 15 pasien MRI lumbal di RSUD Welas Asih Provinsi Jawa Barat memberikan variasi data kuantitatif yang cukup berbeda antara penggunaan sekuen T2 *Weighted Turbo Spin Echo* dengan T2 *Weighted* 3D VISTA. Pengujian dilakukan pada SNR dan CNR untuk mengevaluasi 6 anatomi pada potongan sagital.

Analisis Kuantitatif SNR

Berdasarkan Hasil uji *Paired T-Test*, uji menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nilai SNR yang signifikan pada *Cerebrospinal Fluid* (CSF) ($p=0.491$). Namun perbedaan yang sangat signifikan ditemukan pada *Body of vertebrae* ($p<0.001$) dan prosesus spinosus ($p=0.022$). Disisi lain, pada kelompok uji Wilcoxon diperlihatkan bahwa ada perbedaan yang signifikan pada *discus intervertebralis* ($p=0.002$) dan medula spinalis ($p=0.05$). Sementara itu pada *ligament interspinous* menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan ($p=0.256$).

Untuk mencari tahu arah keunggulan intensitas sinyal secara individual pada 15 pasien, dilakukan uji wilcoxon *mean rank* pada 4 anatomi yang dinyatakan memiliki perbedaan yang signifikan. Pada *body of vertebrae*, *negative rank* (T2 *Weighted Turbo Spin Echo*) mendominasi secara mutlak Dimana terdapat 14 pasien dari 15 pasien yang lebih unggul menggunakan sekuen T2 *Weighted Turbo Spin Echo* dengan nilai *mean rank* 8.36 dan hanya 1 pasien yang lebih unggul pada sekuen T2 *Weighted* 3D VISTA dengan *mean rank* 3.00. Pada *Discus intervertebralis* 13 dari 15 pasien menempatkan sekuen T2 *Weighted Turbo Spin Echo* di peringkat atas dengan *mean rank* 8.85, dan menyisakan 2 pasien yang lebih tinggi pada sekuen T2 *Weighted* 3D VISTA dengan *mean rank* 2.50. Untuk Prosesus Spinosus, sekuen T2 *Weighted Turbo Spin Echo* juga memiliki nilai *mean rank* 8,73 pada 11 dari 15 pasien, sedangkan 3D VISTA unggul pada 4 pasien dengan *mean rank* 6.00. Untuk Medula spinalis, sekuen T2 *Weighted Turbo Spin Echo* juga memiliki nilai *mean rank* 9.40 pada 10 dari 15 pasien dan pada sekuen 3D VISTA unggul pada 5 pasien dengan *mean rank* 5.20

Berdasarkan kalkulasi data kuantitatif pada parameter *Signal to Noise Ratio* (SNR) dapat disimpulkan bahwa sekuen T2 *Weighted Turbo Spin Echo* memberikan performa intensitas sinyal secara konsisten pada seluruh anatomi MRI lumbal melebihi sekuen T2 *Weighted* 3D

VISTA. Melalui uji hipotesis berpasangan, signifikansi keunggulan sinyal ini terbukti secara statistik pada 4 anatomi yaitu *Body of vertebrae*, prosesus spinosus, *discus intervertebralis*, dan medula spinalis.

Sekuen T2 *Weighted Turbo Spin Echo* menggunakan *slice thickness* 5 mm yang jauh lebih tebal dibandingkan dengan sekuen T2 *Weighted 3D VISTA* yang menggunakan 1mm. *Slice Thickness* 5mm ini membuat voxel pada T2 *Weighted Turbo Spin Echo* menjadi lebih besar. Karena besarnya ukuran voxel membuat sekuen ini mampu mengumpulkan jumlah atom hidrogen yang jauh lebih banyak. Hal inilah yang membuat sekuen T2 *Weighted Turbo Spin Echo* menghasilkan nilai SNR jauh lebih tinggi dibandingkan sekuen T2 *Weighted 3D VISTA* (Dale et al., 2015).

Ditinjau juga dari teori Westbrook (2014), tingginya nilai SNR sekuen T2 *Weighted Turbo Spin Echo* pada struktur dengan tingkat kepadatan tinggi ini berkorelasi dengan pemilihan *slice thickness*. Berdasarkan protokol parameter MRI lumbal pada tabel 1, sekuen T2 *Weighted Turbo Spin Echo* menggunakan *slice thickness* 5 mm sedangkan sekuen T2 *Weighted 3D VISTA* menggunakan *slice thickness* 1 mm. Ketebalan irisan ini berimplikasi langsung pada besarnya volume voxel yang didapatkan sebuah citra sehingga intensitas sinyal yang didapatkan jauh lebih besar.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara T2 *weighted Turbo Spin Echo* dengan sekuen T2 *Weighted 3D VISTA* dimana sekuen T2 *weighted Turbo Spin Echo* menunjukkan nilai yang lebih unggul dibandingkan dengan sekuen T2 *Weighted 3D VISTA*.

Analisis Kuantitatif CNR

Berdasarkan hasil uji *Paired T-Test*, seluruh anatomi menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara T2 *Weighted Turbo Spin Echo* dan T2 *Weighted 3D VISTA*. Nilai signifikansi yang diperoleh yaitu medula spinalis ($p=0,194$), *discus intervertebralis* ($p=0,761$), *body of vertebrae* ($p=0,739$), *ligament interspinous* ($p=0,248$), dan prosesus spinosus ($p=0,931$).

Untuk mencari tahu arah keunggulan intensitas sinyal secara individual pada 15 pasien, dilakukan uji wilcoxon *mean rank* pada seluruh anatomi lumbal. Pada medula spinalis, *negative rank* (T2 *Weighted Turbo Spin Echo*) lebih dominan dengan jumlah 9 pasien dan *mean rank* 8,44 dibandingkan *positive ranks* sebanyak 6 pasien dengan *mean ranks* 7,33. Pada *discus intervertebralis*, *positive rank* (T2 *Weighted 3D VISTA*) lebih dominan sebanyak 10 pasien dengan *mean rank* 7,50 dibandingkan *negative ranks* (T2 *Weighted Turbo Spin Echo*) se banyak 5 pasien dengan *mean rank* 9.00. Pada *body vertebra*, sekuen T2 *Weighted 3D VISTA* juga lebih unggul pada 10 pasien dengan *mean rank* 7.00, sedangkan T2 *Weighted*

Turbo Spin Echo unggul pada 5 pasien dengan *mean rank* 10,00. Untuk *ligament interspinous*, sekuen T2 *Weighted Turbo Spin Echo* lebih dominan pada 9 pasien dengan *mean rank* 8,33 dibandingkan T2 *Weighted 3D VISTA* pada 6 pasien dengan *mean rank* 7,50. Sementara itu, pada prosesus spinosus, sekuen T2 *Weighted 3D VISTA* sedikit lebih unggul pada 8 pasien dengan *mean rank* 7,00 dibandingkan T2 *Weighted Turbo Spin Echo* pada 7 pasien dengan *mean rank* 9,14.

Berdasarkan Analisis kualitas citra pada *Contrast to Noise Ratio* (CNR) dapat disimpulkan bahwa hasil uji *paired T-test* membuktikan tidak ada perbedaan signifikan ($p > 0.05$) pada semua anatomi lumbal. Hal ini menunjukkan bahwa kedua sekuen memiliki kemampuan yang setara dalam menampilkan kontras antar jaringan dengan jelas. Meskipun setara secara statistik, uji *mean rank wilcoxon* memperlihatkan bahwa sekuen T2 *Weighted 3D VISTA* sedikit lebih unggul pada *discus intervertebralis*, *body of vertebrae*, dan prosesus spinosus sedangkan sekuen T2 *Weighted Turbo Spin Echo* lebih unggul pada medula spinalis dan *ligament interspinous*.

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan Hossein et al. (2018) yang menyatakan bahwa sekuen T2 *Weighted 3D VISTA* memiliki kualitas kontras jaringan yang setara dengan sekuen T2 *Weighted Turbo Spin Echo* pada MRI lumbal. Meskipun demikian, sekuen T2 *Weighted 3D VISTA* memiliki keunggulan dalam visualisasi detail anatomi dan kemampuan *multiplanar reconstruction* (MRP).

Menurut teori Westbrook. (2018) keunggulan sekuen T2 *Weighted 3D VISTA* pada diskus intervertebralis, body vertebrae dan prosesus spinosus dipengaruhi oleh penggunaan teknik 3D volumetric acquisition dengan voxel isotropik 1 mm yang mampu meningkatkan resolusi spasial dan mengurangi *partial effect*. Volume imaging dengan isotropic voxel menghasilkan resolusi yang sama pada setia bidang sehingga detail anatomi dapat terlihat lebih jelas dan mendukung *multiplanar reconstruction* (MPR).

Menurut McRobbie et al. (2017) dalam *MRI from picture to proton*, sekuen T2 *Weighted 3D VISTA* pada MRI lumbal memiliki keunggulan karena menggunakan voxel isotropik dan slice tipis 1 mm yang mampu meningkatkan resolusi spasial, mengurangi *partial volume effect*, serta menghasilkan detail anatomi yang lebih jelas. Selain itu, data citra dapat direkonstruksi ke berbagai bidang melalui *multiplanar reconstruction* (MPR) tanpa penurunan kualitas gambar, sehingga struktur seperti diskus intervertebralis, akar saraf, dan spinal canal dapat dievaluasi lebih optimal dibandingkan sekuen 2D TSE.

Dengan demikian, penggunaan sekuen yang tepat harus ditinjau berdasarkan anatomi apa yang ingin ditonjolkan pada pemeriksaan tersebut, juga penggunaan sekuen harus tetap mengikuti referensi dari radiolog serta menyesuaikan kenyamanan pasien dikarenakan waktu

pemeriksaan MRI yang cukup lama (Westbrook & Talbot, 2019).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji yang telah dilakukan pada *Signal to Noise Ratio* (SNR), menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara sekuen T2 *Weighted Turbo Spin Echo* dengan T2 *Weighted 3D VISTA* ($p < 0.05$). Kualitas citra kuantitatif pada parameter SNR juga menunjukkan bahwa sekuen T2 *Weighted Turbo Spin Echo* lebih unggul secara signifikan dibandingkan sekuen T2 *Weighted 3D VISTA* dalam memberikan intensitas sinyal pada objek dengan tingkat kepadatan tinggi seperti *body of vertebrae*, *discus intervertebralis*, prosesus spinosus dan medula spinalis. Keunggulan ini dipengaruhi oleh *slice thickness* 5 mm pada sekuen T2 *Weighted Turbo Spin Echo* yang menghasilkan volume *voxel* yang lebih besar.

Sementara pada analisis CNR, tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara sekuen T2 *Weighted Turbo Spin echo* dan T2 *Weighted 3D VISTA* pada anatomi lumbal dengan nilai *p-value* menunjukkan $p > 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa sekuen T2 *Weighted Turbo Spin echo* dan sekuen T2 *Weighted 3D VISTA* memiliki kemampuan yang relatif sama. Namun berdasarkan analisis *mean rank wilcoxon*, sekuen T2 *Weighted 3D VISTA* cenderung lebih unggul pada diskus intervertebralis, body vertebra dan prosesus spinosus karena memiliki resolusi spasial yang lebih tinggi, voxel isotropik 1 mm, serta mampu mendukung *multiplanar reconstruction* (MPR) sehingga anatomi terlihat lebih jelas. Sementara itu, sekuen T2 *Weighted Turbo Spin echo* cenderung lebih unggul pada medula spinalis dan *ligament interspinous* karena menghasilkan intensitas sinyal dan kontras yang lebih kuat akibat penggunaan *slice thickness* yang lebih tebal.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada orang tua atas doa, kasih sayang, dan dukungan yang tak henti-hentinya selama proses penelitian ini berlangsung. Ucapan terima kasih dan apresiasi juga disampaikan kepada pimpinan, dosen pembimbing, serta civitas akademika ATRO Bali atas ilmu, bimbingan, dan fasilitas yang telah diberikan. Selain itu, penulis menyampaikan penghargaan setinggi-tingginya kepada manajemen dan staf RSUD Welas Asih Provinsi Jawa Barat, yang telah memberikan izin penelitian serta memberikan arahan dan kerja sama yang sangat baik selama proses pengumpulan data.

Referensi

Dale, B. M., Brown, M. A., & Semelka, R. C. (2015). MRI: Basic principles and applications (5th ed.).

Wiley Blackwell.

- Herath, H. M. S. S., Herath, H. M. K. K. M. B., Madusanka, N., & Lee, B.-I. (2025). A Systematic Review of Medical Image Quality Assessment. *Journal of Imaging*, 11(4), 100.
- Hosseini, J., Faeghi, F., Rasteh, M., & Rafiei, B. (2018). Evaluation of diagnostic value and T2-weighted three-dimensional isotropic turbo spinecho (3D-SPACE) image quality in comparison with T2-weighted two-dimensional turbo spinecho (2D-TSE) sequences in lumbar spine MR imaging. *European Journal of Radiology Open*, 5, 114–121.
- Inglese, Matilde, Lazar Fleysher, Niels Oesingmann, Maria Petracca, Mount Sinai, Mount Sinai, and Mount Sinai. 2019. "HHS Public Access." 18(3): 221-30.
- Kastrulin, S., Zakirov, J., Pezzotti, N., & Dylov, D. V. (2023). Image quality assessment for magnetic resonance imaging. *IEEE Access*, 11, 14154-14168.
- McRobbie, D. W., Moore, E. A., Graves, M. J., & Prince, M. R. (2017). *MRI from Picture to Proton* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Park, H. J., Lee, S. Y., Kang, K. A., Kim, E. Y., Shin, H. K., Park, S. J., ... & Kim, E. (2018). Comparison of two-dimensional fast spin echo T2 weighted sequences and three-dimensional volume isotropic T2 weighted fast spin echo (VISTA) MRI in the evaluation of triangular fibrocartilage of the wrist. *The British Journal of Radiology*, 91(1084), 20170604.
- Sartoretti, E., Sartoretti, T., Bertulli, L., & Sartoretti, S. (2024). High-resolution 3D versus standard-resolution 2D T2-weighted turbo spinecho MRI for assessment of lumbar nerve root compromise. *Journal of Imaging*, 10(1), 20.
- Sollmann, N., Fields, A. J., O'Neill, C., Nardo, L., Majumdar, S., Chin, C. T., Tosun, D., Han, M., Vu, A. T., Ozhinsky, E., Shah, L. M., Harris, R. E., Lobo, R., Anderst, W., Herzog, R., Psioda, M. A., Standaert, C. J., Price, R. T., Lotz, J. C., Link, T. M., & Krug, R. (2023). Magnetic resonance imaging of the lumbar spine: Recommendations for acquisition and image evaluation from the BAC-PAC spine imaging working group. *Pain Medicine*, 24(Suppl 1), S81–S94.
- Westbrook, C., Roth, C. K., & Talbot, J. (2014). *MRI in practice* (5th ed.). Wiley-Blackwell.
- Westbrook, C., Roth, C. K., & Talbot, J. (2018). *MRI in Practice* (5th ed.). Wiley-Blackwell.