

## Pengaruh Variasi Number of Signal Average (NSA) Terhadap Kualitas Citra pada MRI Lumbosacral Potongan Sagital Sekuen TIW TSE pada Klinis Hernia Nukleus Pulposus (HNP)

### *The Effect of Number of Signal Average (NSA) Variations on Image Quality in Sagittal TIW TSE Sequence Lumbosacral MRI in Clinical Herniated Nucleus Pulposus (HNP)*

Made Gede Andina <sup>1\*</sup>

I Made Lana Prasetya <sup>2</sup>

Triningsih <sup>3</sup>

AKTEK Radiodiagnostik dan  
Radioterapi Bali, Denpasar, Bali,  
Indonesia

\*email:

[mdgdandiana@gmail.com](mailto:mdgdandiana@gmail.com)

#### Abstrak

Pencitraan MRI Lumbosacral merupakan modalitas penting dalam diagnosis *Hernia Nukleus Pulposus* (HNP), yang mampu memvisualisasikan struktur tulang belakang secara mendetail. Kualitas citra yang dihasilkan dipengaruhi oleh berbagai parameter, salah satunya adalah *Number of Signal Average* (NSA). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi NSA terhadap kualitas citra pada MRI Lumbosacral potongan sagital sekuen *T1-weighted Turbo Spin Echo* (TSE) pada klinis HNP. Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif bersifat eksperimental dengan desain *cross-sectional*. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling*, untuk mendapatkan sampel sesuai dengan kriteria klinis HNP. Dari 10 sampel yang diambil, hasil analisis statistik menggunakan uji *Repeated Measures ANOVA* menunjukkan nilai  $p < 0,05$ , yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara variasi NSA terhadap *Contrast-to-Noise Ratio* (CNR). Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan NSA berpengaruh signifikan terhadap kualitas citra yang diukur dengan nilai CNR. NSA 3 memberikan kualitas citra terbaik namun dengan waktu pemindaian yang lebih lama, sedangkan NSA 2 memberikan keseimbangan optimal antara kualitas citra dan waktu pemindaian. Berdasarkan penelitian ini, NSA 2 direkomendasikan sebagai pilihan optimal untuk memberikan keseimbangan antara waktu pemindaian dan kualitas citra. Kesimpulannya terdapat pengaruh signifikan dari variasi NSA terhadap kualitas citra MRI Lumbosacral pada kasus klinis HNP, dan penggunaan NSA yang tepat dapat membantu meningkatkan diagnosis yang lebih akurat.

#### Kata Kunci:

Hernia Nukleus Pulposus  
MRI Lumbosacral  
NSA  
CNR  
Waktu Pemindaian

#### Keywords:

Hernia Nukleus Pulposus  
MRI Lumbosacral  
NSA  
CNR  
Scan Time

#### Abstract

*Lumbosacral MRI imaging is an essential modality in diagnosing Herniated Nucleus Pulposus (HNP), allowing detailed visualization of the spinal structures. The quality of the resulting images is influenced by various parameters, one of which is the Number of Signal Average (NSA). This study aims to determine the effect of NSA variation on image quality in sagittal section lumbosacral MRI using the T1-weighted Turbo Spin Echo (TSE) sequence in clinical HNP cases. The research is a quantitative experimental study with a cross-sectional design. A purposive sampling technique was used to select samples that met the clinical criteria for HNP. From 10 samples taken, statistical analysis using Repeated Measures ANOVA showed a p-value  $< 0.05$ , indicating a significant difference between NSA variations and Contrast-to-Noise Ratio (CNR). The results showed that increasing NSA significantly improves image quality, as measured by CNR. NSA 3 provided the best image quality, though with a longer scanning time, while NSA 2 offered an optimal balance between image quality and scanning time. Based on this study, NSA 2 is recommended as the optimal choice to provide a balance between scanning time and image quality. In conclusion, NSA variations significantly affect lumbosacral MRI image quality in HNP clinical cases, and appropriate NSA selection can help improve diagnostic accuracy.*



© 2025 The Authors. Published by Institute for Research and Community Services Universitas Muhammadiyah Palangkaraya. This is Open Access article under the CC-BY-SA License (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>). DOI: <https://doi.org/10.33084/jsm.v1i13.8339>

## PENDAHULUAN

*Hernia Nukleus Pulposus* (HNP) pada lumbal merupakan kondisi di mana inti pulposus dari cakram intervertebralis bergeser keluar dari batas anatomi

normal, menyebabkan kompresi saraf yang mengakibatkan gejala seperti mati rasa, nyeri, kelemahan otot, dan kesemutan di sepanjang distribusi saraf yang terpengaruh. (Rusmayanti et al, 2023) Penyebab HNP dapat dikaitkan dengan sobekan pada

*annulus fibrosus* akibat trauma berulang pada *diskus intervertebralis* dan proses degeneratif yang disebabkan oleh usia, jenis kelamin, berat badan, dan riwayat kesehatan. Prevalensi HNP di berbagai negara, seperti Finlandia dan Italia, berkisar antara 1-3%, dengan insiden tertinggi pada kelompok usia 30-50 tahun. Di Indonesia, prevalensi nyeri punggung bawah mencapai 7,6-37%, di mana HNP sering terjadi pada usia 30-50 tahun (Faktor Yang Mempengaruhi Terjadinya *Hernia Nukleus Pulposus* (HNP) : Narrative Review, n.d.)

*Magnetic Resonance Imaging* (MRI) adalah modalitas pencitraan yang penting dalam diagnosis HNP karena kemampuannya untuk memvisualisasikan struktur seperti *corpus vertebra*, *discus intervertebralis*, *medulla spinalis*, *cerebrospinal fluids* (CSF), dan *ligamentum flavum* dengan sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi. MRI lumbal dengan potongan sagital pada sekuen *T1-weighted Turbo Spin Echo* (TSE) sering digunakan untuk mengevaluasi HNP, karena mampu memberikan gambaran yang jelas tentang struktur lumbosakral. Sekuen *Turbo Spin Echo* (TSE), yang merupakan modifikasi dari sekuen *spin echo* untuk mengurangi waktu pemindaian. Kualitas citra MRI sangat dipengaruhi oleh berbagai parameter pencitraan, seperti *Time Repetition* (TR), *Time Echo* (TE), dan *Number of Signal Average* (NSA). (Endah Suryaningtriyi et al, 2019).

Kualitas citra MRI terdiri dari *Signal to Noise Ratio* (SNR), *Contrast to Noise Ratio* (CNR) dan *Scan Time*. Semakin tinggi sinyal, semakin tinggi pula nilai SNR, CNR, hal ini dikarenakan nilai SNR, CNR sangat bergantung pada sinyal yang diperoleh pada organ. Sementara itu, *scan time* juga termasuk hal yang penting. Peningkatan NSA akan memperpanjang waktu pencitraan, yang dapat meningkatkan risiko terjadinya artefak gerakan. Sebaliknya, penurunan NSA akan mempercepat waktu pencitraan. (Sastra Andriani et al., n.d.)

Menurut Westbrook (2014) dalam protokol rutin MRI Lumbosacral sekuen TIW TSE irisan sagital menggunakan parameter NSA 2. Berbeda dengan

Sigit, et al (2019) NSA yang digunakan pada pemeriksaan MRI Lumbosacral sekuen TIW TSE irisan sagital menggunakan parameter NSA 4. Pada penelitian yang dilakukan oleh Endah Suryaningtriyi tentang NSA, menyimpulkan bahwa NSA 8 adalah variasi terbaik pada kualitas citra MRI.

Di Rumah Sakit Umum Daerah Bali Mandara, MRI Lumbosacral sekuen TIW TSE irisan sagital adalah NSA 2. dengan waktu 4 menit, 48 detik. Pengaturan parameter oleh radiografer MRI nilai NSA tersebut tidak mengalami perubahan sehingga belum diketahui nilai NSA berapa yang optimal dalam menampilkan kualitas citra MRI. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi variasi nilai NSA dalam menentukan kualitas citra MRI lumbosakral potongan sagital sekuen TIW TSE pada kasus klinis HNP dan nantinya dapat memberikan panduan bagi praktisi medis dalam memilih parameter yang optimal untuk diagnosis yang lebih akurat.

## METODOLOGI

Penulis menggunakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimen dan desain *eksperimental cross-sectional* dalam penelitian ini. Populasi meliputi seluruh pasien yang menjalani pemeriksaan MRI Lumbosakral di RSUD Bali Mandara, selama periode bulan Juni hingga Juli 2024. Sampel terdiri dari 10 orang pasien terkonfirmasi HNP, usia 20-80 tahun, berat badan 40-75 kg.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini lakukan komunikasi, informasi, dan edukasi (KIE) dengan jelas. Setelah itu, pasien menandatangani persetujuan yang diinformasikan sebelum dilakukan MRI. Posisikan pasien terlentang diatas meja pemeriksaan dengan *head first*. Gunakan *spine coil*. Atur *iso center* tiga jari di atas SIAS. Data yang diambil bersifat data langsung pada pasien MRI Lumbosacral sekuen TIW TSE Sagital. Pengaturan parameter dilakukan dengan mengatur nilai *time repetition* (TR) yaitu 400 ms, *Time Echo* (TE) 12 ms, jumlah *slice* 15, gap 0.4 mm, *slice*

thickness 4 mm. Pasien dilakukan tiga kali pengulangan scan pada sekuen TIW TSE Sagital nya saja, dengan pengaturan NSA masing - masing NSA 1, NSA 2 dan NSA 3. Saat data diambil, waktu scan dicatat dan didokumentasikan berdasarkan variasi dari nilai NSA yang digunakan.

Setelah data citra didapat maka tentukan *Region of Interest* (ROI) di gambar TIW TSE Sagital, pada organ abnormal/patologi (bagian HNP), pada *Cerebro Spinal Fluid* (CSF), dan pada *background* (area FOV). ROI dibuat dengan memilih menu *measurement* kemudian elips pada menu *review* gambar. Pada area HNP dan CSF Masing - masing ROI dibuat dalam ukuran yang sama sebesar kurang lebih 0,1 cm<sup>2</sup> . Pada area diluar objek Lumbosacral dibuat 1 (satu) titik ROI yang nantinya dicari nilai standar deviasinya dan dinyatakan sebagai *standar deviasi background*.

Setelah diperoleh ROI maka lihat nilai *mean* dari objek dan *standar deviasi background* kemudian nilai CNR dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{CNR} = \frac{\text{Mean Signal1} - \text{Mean Signal2}}{\text{SD of Background Noise}}$$

*Mean Signal 1* adalah *mean signal* pada daerah patologi, sedangkan *Mean Signal 2* adalah *mean signal* daerah dekat patologi. SD adalah *Standar Deviasi* dari *Background*.

Letak dan diameter titik ROI pada masing-masing gambaran harus presisi. Cara memastikan titik-titik ROI telah presisi adalah dengan membuat titik ROI pada salah satu rekonstruksi *algorithm* terlebih dahulu, kemudian klik kanan pada titik ROI tersebut dan pilih *Copy Measurement*, kemudian klik kanan pada *viewing box* rekonstruksi *algorithm* yang lain dan pilih *Paste Measurement*. Nilai CNR yang diperoleh kemudian dituangkan kedalam lembar kerja *Microsoft Excel* untuk dilakukan analisa menggunakan SPSS. Data nilai CNR yang diperoleh dilakukan uji normalitas terlebih dahulu,

jika distribusi data normal maka dilakukan uji *Repeated Anova*, namun jika distribusi data tidak normal maka dilakukan uji *Friedman*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini meliputi seluruh pasien yang menjalani pemeriksaan MRI Lumbosakral di RSUD Bali Mandara. Sampel terdiri dari 10 pasien yang dipilih sesuai dengan kriteria inklusi yaitu berjenis kelamin laki-laki dan perempuan, usia 20-80 tahun, berat badan 40-75 kg, dan terkonfirmasi HNP.

**Tabel 1.** Data deskriptif sample

| Sample | Jenis Kelamin | Umur | Berat Badan |
|--------|---------------|------|-------------|
| 1      | Perempuan     | 34   | 56          |
| 2      | Perempuan     | 63   | 50          |
| 3      | Perempuan     | 62   | 55          |
| 4      | Perempuan     | 55   | 52          |
| 5      | Laki-Laki     | 69   | 70          |
| 6      | Perempuan     | 32   | 50          |
| 7      | Perempuan     | 59   | 55          |
| 8      | Laki-Laki     | 32   | 73          |
| 9      | Perempuan     | 66   | 50          |
| 10     | Laki-Laki     | 37   | 73          |

Berikut hasil citra MRI Lumbosacral pada kasus HNP sesuai dengan variasi NSA:

A



B





**Gambar 1.** Hasil citra MRI Lumbosacral dengan variasi NSA. Citra A dengan NSA 1, citra B dengan NSA 2, dan citra C dengan NSA 3.

Hasil penelitian ini adalah nilai CNR dari area patologi untuk setiap variasi NSA yaitu NSA 1, NSA 2, NSA 3. Nilai CNR pada masing-masing variasi NSA ditunjukkan pada tabel dibawah ini:

**Tabel II.** Nilai CNR pada area Patologi

| SAMPLE | NILAI CNR |       |       |
|--------|-----------|-------|-------|
|        | NSA 1     | NSA 2 | NSA 3 |
| 1      | 13.47     | 29.76 | 47.03 |
| 2      | 20.60     | 13.90 | 30.74 |
| 3      | 11.69     | 25.57 | 10.78 |
| 4      | 4.95      | 7.12  | 40.14 |
| 5      | 12.25     | 44.16 | 24.07 |
| 6      | 4.16      | 38.44 | 45.86 |
| 7      | 26.15     | 34.15 | 53.79 |
| 8      | 14.17     | 56.87 | 53.32 |
| 9      | 8.56      | 15.88 | 18.27 |
| 10     | 19.69     | 27.28 | 65.46 |

Waktu pemeriksaan dicatat berdasarkan variasi dari nilai NSA yang digunakan ditujukan pada tabel dibawah ini:

**Tabel III.** Waktu scan masing-masing NSA

| Variasi | Waktu Pemeriksaan |
|---------|-------------------|
| NSA 1   | 2 menit 26 Detik  |
| NSA 2   | 4 menit 48 Detik  |
| NSA 3   | 7 Menit 10 Detik  |

Setelah seluruh data penelitian terkumpul, kemudian dilanjutkan dengan pengolahan data menggunakan SPSS versi 26. Dilakukan uji normalitas dengan *Shapiro-Wilk test*, hasil uji normalitas ditujukan pada tabel berikut:

**Tabel IV.** Hasil Uji Normalitas *Shapiro-Wilk*

| Area     | Nilai Sig Pada setiap Variasi NSA |       |       | Keterangan |
|----------|-----------------------------------|-------|-------|------------|
|          | NSA 1                             | NSA 2 | NSA 3 |            |
| Patologi | 0.765                             | 0.975 | 0.842 | Normal     |

Hasil Uji Normalitas didapatkan bahwa seluruh data dengan nilai sig.  $p\text{-value} > 0.05$ , maka ditarik Kesimpulan data terdistribusi normal. Selanjutnya dilanjutkan dengan uji *Repeated Measure Anova*.

**Tabel V.** Uji *One-way Anova*

| Nilai CNR | Mean   | Sig.Anova |
|-----------|--------|-----------|
| NSA 1     | 13.569 | 0.001     |
| NSA 2     | 29.313 |           |
| NSA 3     | 38.946 |           |

Dari tabel 5. Terdapat hasil uji *one-way Anova*, pada uji deskriptif terdapat nilai CNR bagian patologi dengan variasi NSA 1 sebesar 13.569, NSA 2 sebesar 29.313, dan NSA 3 paling tinggi sebesar 38.94.. Untuk hasil uji *anova* diperoleh nilai *sig.* 0,001, dimana  $0,001 < 0,05$ , maka ada perbedaan secara signifikan untuk bagian patologi (HNP).

Berdasarkan hasil penelitian pada NSA 1 waktu pemeriksaan 2 menit 26 detik, rata-rata CNR terendah ditemukan, dengan nilai sebesar 13.5690. Ini menunjukkan bahwa meskipun waktu pemeriksaan lebih singkat, kualitas citra relatif rendah.

NSA 2 waktu pemeriksaan 4 menit 48 detik menghasilkan peningkatan rata-rata CNR secara signifikan menjadi 29.3130. Hal ini menunjukkan adanya perbaikan kualitas citra, yang terlihat dari kemampuan yang lebih baik dalam membedakan struktur anatomi

pada potongan sagital lumbosakral. Kenaikan CNR ini menunjukkan peningkatan kemampuan pencitraan MRI untuk memperlihatkan perbedaan antara jaringan patologis dan normal.

NSA 3 dengan waktu pemeriksaan 7 menit 10 detik, memberikan rata-rata CNR tertinggi, yaitu 38.9460. Meskipun NSA 3 memberikan kualitas citra terbaik, perlu dicatat bahwa penggunaan NSA 3 meningkatkan variabilitas dalam nilai CNR di antara sampel, dengan standar deviasi tertinggi.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Agus et al pada tahun 2020 Penggunaan variasi nilai NSA berpengaruh terhadap CNR dan waktu pemindaian. Peningkatan nilai NSA akan meningkatkan nilai CNR pada gambar, namun akan memperpanjang waktu pemindaian yang memengaruhi kualitas gambar yang dihasilkan.

Menurut Westbrook (*MRI in Practice*) tahun 2018 NSA yang lebih tinggi akan menghasilkan perbedaan yang lebih jelas antara jaringan dalam gambar, sehingga meningkatkan CNR. Contohnya, jaringan dengan sinyal rendah (misalnya cairan atau lemak) akan lebih mudah dibedakan dari jaringan yang memiliki sinyal tinggi, seperti tumor, jika CNR yang dihasilkan tinggi. NSA 3 memberikan peningkatan *Signal-to-Noise Ratio* (SNR) yang lebih tinggi dibandingkan NSA 1 dan NSA 2. Dengan lebih banyak sinyal yang diakuisisi, *noise* acak semakin berkurang, sehingga kontras antara jaringan meningkat, menghasilkan CNR yang optimal. Kontras ini sangat penting dalam membedakan struktur jaringan yang berbeda, seperti jaringan sehat dan patologis.

Dalam *Handbook of MRI Technique* disebutkan Penggunaan NSA 1, yang hanya melibatkan satu kali akuisisi sinyal, cenderung menghasilkan CNR yang rendah. Hal ini disebabkan oleh tingginya *noise* yang tidak dapat diminimalkan secara signifikan, sehingga kontras antara jaringan patologis dan normal menjadi kurang jelas. Meskipun waktu pemeriksaannya cepat, NSA 1 tidak ideal untuk situasi di mana kualitas gambar diperlukan, seperti dalam diagnosis kondisi medis yang

kompleks. Sebaliknya, NSA 2 menawarkan solusi yang lebih seimbang dengan mengakuisisi sinyal dua kali. Dengan pendekatan ini, *noise* berkurang secara substansial, yang berdampak positif pada CNR, sehingga meningkatkan kualitas gambar tanpa mengorbankan waktu pemeriksaan secara drastis. NSA 2 biasanya dianggap sebagai pilihan optimal dalam praktik klinis rutin karena memberikan kualitas gambar yang cukup tinggi sambil tetap menjaga waktu pemindaian dalam batas yang wajar, membuatnya sangat cocok untuk berbagai pemeriksaan diagnostik. Di sisi lain, NSA 3 menawarkan CNR tertinggi, berkat tiga kali akuisisi sinyal yang mengurangi *noise* lebih lanjut. Meskipun demikian, waktu pemeriksaan yang lebih lama menjadi kelemahan signifikan, yang mungkin tidak dapat diterima dalam situasi di mana efisiensi waktu sangat penting, hal ini harus dipertimbangkan dengan hati-hati agar tidak mengorbankan kenyamanan pasien atau efisiensi operasional. (*Handbook of MRI Technique*, n.d.)

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji *Repeated Measures Anova* pada Area Patologi didapatkan nilai  $Sig < 0,05$  hal tersebut menunjukkan bahwa  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima, ini menunjukkan bahwa variasi NSA secara signifikan memengaruhi kualitas citra pada MRI Lumbosacral potongan sagital sekuen T1W TSE pada kasus HNP. NSA 3 menghasilkan kualitas citra terbaik, namun NSA 2 memberikan keseimbangan optimal antara kualitas citra dan waktu pemeriksaan. NSA 2 adalah pilihan paling optimal karena memberikan peningkatan signifikan dalam CNR dibandingkan NSA 1 dan NSA 3, dengan waktu pemeriksaan yang tetap relatif singkat. Ini adalah kompromi terbaik untuk kualitas gambar yang lebih baik tanpa memperpanjang waktu pemindaian secara berlebihan. Oleh karena itu, NSA 2 direkomendasikan sebagai pilihan optimal untuk penggunaan klinis yang efisien.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Ni Desak Putu Suarningsih (Istri), I Nengah Wirajaya Pradana (Teman) Atas dukungan motivasi serta bantuan, baik secara moril maupun materi, penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.

Marijke. 2014. On the Definition of Signal-To-Noise Ratio and Contrast-To-Noise Ratio for fMRI Data

## REFERENSI

FAKTOR YANG MEMPENGARUHI TERJADINYA HERNIA NUKLEUS PULPOSUS (HNP): NARRATIVE REVIEW. (n.d.).

Catherine Westbrook, *Handbook of MRI Technique*. (n.d.). 2014

Rusmayanti, M. Y., & Kurniawan, S. N. 2023. HNP LUMBALIS. *JPHV (Journal of Pain, Vertigo and Headache)*, 4(1), 7–11. <https://doi.org/10.21776/ub.jphv.2023.004.01.2>

Westbrook, C., Roth, C., & Talbot, J. 2018. MRI in Practice (5th ed.). Wiley-Blackwell

Sastra Andriani, P., Putu Eka Juliantara, I., Luh Putu Sari Widari, N., Supriyani, N., Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali, A., & Sakit Umum Daerah Badung, R. (n.d.). PENGARUH TRADE-OFF NILAI TIME INVERSION TERHADAP OPTIMALISASI KUALITAS CITRA MRI LUMBOSACRAL SEKUEN STIR-SENSE CORONAL.

Ameliya \*, Astuti W, Astuti AW. Penatalaksanaan Pemeriksaan *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) Lumbal Dengan Kasus *Hernia Nukleus Pulposus*. 2024;2(1):331–42. Available from: <https://doi.org/10.59680/anestesi.v2i1.806>

Benzakour T, Igoumenou V, Mavrogenis AF, Benzakour A. Current concepts for lumbar disc herniation. *Int Orthop* [Internet]. 2019 Apr 30;43(4):841–51. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00264-018-4247-6>.

Heru N, Prodi A, Radiodiagnostik T, Radioterapi D, Kemenkes P, li J. Penatalaksanaan MRI Vertebrae Lumbal Pada Kasus *Hernia Nukleus Pulposus* (HNP) Dian IImayana Prodi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi, Poltekkes Kemenkes Jakarta II; IImayana.DI@gmail.com (koresponden). 2022;12. Available from: <http://2trik.jurnalelektronik.com/index.php/2trik>

I Ract. 2015. A review of the value of MRI signs in low back pain