

KPJ 9(1) (2025)

KAPPA JOURNAL
Physics & Physics Education

<https://e-journal.hamzanwadi.ac.id/index.php/kpj/index>



Optimasi *Slice Thickness* dengan Nilai *Signal to Noise Ratio* dan *Contrast to Noise Ratio* untuk Meningkatkan Kualitas Citra MRI Genu

Agnes Maria Salvi Anastasia Victor^{1*}, Gusti Ngurah Sutapa², A. A. Ngurah Gunawan,³ I Nengah Sandi⁴, Ni Nyoman Rupiasih⁵, I Nengah Simpen⁶

^{1,2,3,4,5,6} Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia

Received: 17 February 2025

Revised: 25 April 2025

Accepted: 30 April 2025

Corresponding Author:

Gusti Ngurah Sutapa

sutapafis97@unud.ac.id

© 2025 Kappa Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License



DOI:

<https://doi.org/10.29408/kpj.v9i1.29591>

Abstract: Research has been conducted on the effect of slice thickness variation on the quality of Genu MRI images. This study was conducted at the Radiology Installation of Bali Mandara Hospital using primary data from Genu MRI examination results. The independent variable in this study is the variation of slice thickness values of 3, 5, and 7 mm. There were 30 patients measured and the tissues analyzed were ligament, bone, fat, and noise as background using the ROI method and the segmentation results were results were taken at the mean value and standard deviation in the background. The difference in SNR and CNR values due to variations in slice thickness values can be tested using the Factorial Anova test. The results of this study obtained that there is an effect of slice thickness variation on SNR and CNR values that will have an impact on the quality of MRI Genu images. The greater the slice thickness value analyzed, the greater the SNR and CNR values produced and the better the image quality. In ligament tissue, the average SNR values of 3, 5 and 7 mm are 23.830; 36.594; and 50.524, respectively. In bone tissue, 191.352; 277.399, and 344.170 were obtained. In fat tissue, SNRs of 9,460, 292,022, and 367,463 were obtained. Changing the slice thickness will directly affect the SNR. It can be seen that the higher the slice thickness value given, the higher the SNR and CNR values for each tissue evaluated and the longer the scanning time required. In the slice thickness variation.

Keyword: Genu; slice thickness; Image Quality; Signal-to-Noise Ratio (SNR); Contrast-to-Noise Ratio (CNR).

Pendahuluan

Magnetic Resonance Imaging (MRI) adalah teknik pencitraan diagnostik medis yang bekerja berdasarkan prinsip resonansi magnetik inti. Pesawat MRI dapat menghasilkan citra diagnostik bagian dalam tubuh manusia baik dalam potongan *sagital*, *coronal*, dan *transversal* dengan tidak menggunakan radiasi ionisasi (sinar-X) dan juga tidak menggunakan zat radioaktif tetapi menggunakan magnet dengan kekuatan besar. Dengan demikian, pengaruh bahaya radiasi dapat

dihindari. MRI juga dapat mencitrakan pembuluh darah, cairan sumsum tulang belakang, *cartilage*, *bone marrow*, jaringan otot, jaringan pengikat, dan jaringan-jaringan lunak tubuh manusia lainnya (Kutum *et al.*, 2024). Metode ini mampu menghasilkan gambar dengan berbagai potongan tanpa perlu mengubah posisi tubuh pasien secara signifikan, sehingga hasil gambarnya sangat cocok untuk mendiagnosis masalah pada jaringan lunak. Pemeriksaan dengan MRI pada sistim

Commented [H1]: Susunan abstrak terdiri dari judul, pendahuluan, tujuan penelitian, metode, populasi dan sampel, analisis data, hasil dan pembahasan.

Commented [H2]: Latar belakang berisi permasalahan yang pada judul. Usahakan menonjolkan penjelasan kenapa diambil judul tersebut.

How to Cite:

Victor, A. M. S. A., Sutapa, G. N., Gunawan, A. A. N., Sandi, I. N., Rupiasih, N. N., & Simpen, I. N. (2025). Optimasi *Slice Thickness* dengan Nilai *Signal to Noise Ratio* dan *Contrast to Noise Ratio* untuk Meningkatkan Kualitas Citra MRI Genu. *Kappa Journal*, 9(1), 72-77. <https://doi.org/10.29408/kpj.v9i1.29591>

muskuloskeletal, salah satunya adalah sendi (Pazahr *et al.*, 2022)

Sendi adalah tempat pertemuan dua atau lebih tulang. *Genu* merupakan sendi terbesar dan paling kompleks yang ada pada tubuh manusia. *Femur, tibia, fibula, dan patella* disatukan menjadi satu kelompok yang kompleks oleh ligamen. Bagian lateral *tibiofemoral joint* terdapat kondilus lateral, meniskus lateral, dan kondilus lateral tibia, yang merupakan bantalan penahan beban berat tubuh pada kaki. Bagian medial *tibiofemoral* terdapat kondilus medial femur, meniskus medial, dan kondilus medial tibia, sedangkan pada bagian tengah patella terletak antara femur dan tibia (Rafa Zenitha Azzahra *et al.*, 2023). Kondisi patologis pada *Genu*, seperti cedera meniskus, robekan ligamen, dan osteoarthritis, merupakan masalah klinis yang umum dijumpai dan dapat mempengaruhi kualitas hidup pasien secara signifikan. Oleh karena itu, pencitraan yang akurat dan berkualitas tinggi pada area *Genu* sangat penting untuk diagnosis dan perencanaan pengobatan yang tepat.

Pada prosedur pemeriksaan MRI *genu* selain mengatur sekuen, perlu diatur parameter primer dan sekunder yang mendukung dalam sekuen agar mendapatkan gambaran yang informatif. Salah satu parameter primer yang diatur dalam pemeriksaan MRI *Genu* yaitu *slice thickness*. *slice thickness* merupakan ketebalan potongan yang diinginkan pada suatu objek. Dengan meningkatkan *slice thickness* akan berakibat dengan adanya sinyal pada *voxel* yang meningkat, *Signal to Noise Ratio* (SNR) menurun, cakupan objek menjadi lebih lebar, adanya peningkatan efek volume aksial, dan resolusi spasial menjadi lebih rendah. Ketika efek volume parsial terjadi karena sinyal yang tinggi maka terlihat gambar dengan ukuran tidak sebenarnya yang dapat disalahartikan. Hal tersebut dapat berpengaruh terhadap gambaran anatomi dan kualitas citra yang diperoleh. Untuk itu perlu dikontrol mengenai pemilihan sekuen dan parameter yang sesuai, sehingga dapat membantu penegakkan diagnosa (Yi *et al.*, 2024).

Optimisasi pada pemeriksaan MRI sangat perlu diketahui oleh seorang operator untuk memperoleh citra yang mempunyai nilai diagnostik tinggi dan mengetahui hal-hal apa saja yang mempengaruhi kualitas citra dan bagaimana keberhasilan untuk memanipulasi parameter *scanning* dan menghasilkan citra yang optimal. Kualitas citra MRI yang optimal ditentukan oleh tiga karakteristik, yaitu kontras citra, spatial resolusi, dan satu faktor lagi adalah *SNR*. Istilah ini didefinisikan sebagai perbandingan amplitudo dari sinyal yang diterima oleh coil dengan amplitudo dari *noise*. Jika *SNR* yang didapatkan tinggi, maka akan mendapatkan kualitas gambar baik (Rochmayanti *et al.*, 2010).

Berdasarkan uraian di atas dan pengamatan praktek dapat dilihat adanya berbagai macam variasi *slice thickness* yang dapat digunakan untuk pemeriksaan MRI pada *Genu* serta dapat juga mempengaruhi nilai *SNR* dan *CNR* pada kualitas citra MRI *Genu*. Oleh karena itu, untuk mengetahui *slice thickness* yang paling efektif menghasilkan kualitas citra yang optimal pada pemeriksaan MRI *Genu*, maka perlu dilakukan penelitian tentang "Optimasi *Slice thickness* Dengan *Signal to Noise Ratio* dan *Contrast to Noise Ratio* Untuk Meningkatkan Kualitas Citra MRI *Genu*". Penelitian ini dilaksanakan di Instalasi Radiologi RSUD Bali Mandara menggunakan pesawat MRI dengan kekuatan 1,5 T.

Metode

Penelitian ini dilakukan di RSUD Bali Mandara Denpasar, Bali. Alat dan bahan yang digunakan adalah pesawat MRI dengan kekuatan 1,5 Tesla. Pada pemeriksaan MRI *genu* data yang diambil pada jaringan *ligament, bone, fat, dan background*. Pemeriksaan dilakukan pada 3 variasi *slice thickness* yang berbeda yaitu sebesar 3, 5, dan 7 mm dengan total 30 pasien. Variabel yang digunakan pada penelitian ini ada tiga yaitu, Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini adalah pemilihan ketebalan potongan dengan variasi *slice thickness* 3, 5, dan 7 mm pada pemeriksaan MRI *Genu*, Variabel terikat yang digunakan pada penelitian ini adalah nilai *Contrast-to-Noise Ratio* (CNR) dan nilai *Signal-to-Noise Ratio* (SNR). Dan variabel kontrol pada penelitian ini adalah *interslice gap, bandwidth, jumlah slice 30 slice*, parameter TR, TE, FOV, *flip angle, slice orient* yaitu sagital.

Prosedur pada penelitian ini dimulai dengan Tahap persiapan Pada tahapan persiapan, pasien akan diberikan penjelasan mengenai pemeriksaan dengan alat MRI oleh radiografer. Sebelum pemeriksaan dimulai pasien diwajibkan melepaskan seluruh benda yang mengandung logam dan magnet yang ada pada tubuh pasien apabila diperlukan pasien akan diminta untuk mengganti pakaian dengan pakaian khusus yang telah disediakan sebelum memasuki ruangan pemeriksaan dengan menggunakan alat MRI. Radiografer menyiapkan *coil* yang akan digunakan oleh pasien yang dibaringkan diatas meja pemeriksaan (*gantry*) MRI. Pasien akan diposisikan terlentang diatas meja pemeriksaan (*gantry*) MRI. Pasien akan dipasang *coil* untuk menangkap sinyal RF dan dipasang *headphone* sebagai penutup telinga dikarenakan ketika proses pemeriksaan dimulai akan terdengar suara bising yang ditimbulkan oleh mesin MRI. Kemudian pasien akan dimasukkan ke *gantry* alat MRI untuk dilakukan tahap selanjutnya.

Dilanjutkan pada tahap pemindaian citra. Tahapan pemindaian citra diawal dengan pengisian data pasien pada sistim komputer oleh radiografer.

Radiografer akan melakukan pengaturan *slice thickness* pada nilai yang homogen dan sesuai dengan prosedur pemeriksaan genu RSUD Bali Mandara. Melakukan pemindaian dengan pengaturan potongan sagittal yang berfokus pada genu. Parameter lain seperti TR, TE, FA, dan NEX dibuat konstan.

Tahap selanjutnya pengambilan data dari 30 pasien dilakukan metode segmentasi region of interest (ROI) dengan masing - masing variasi yang sudah ditentukan akan diperoleh data 90 *image* untuk dianalisis. Untuk memperoleh nilai SNR optimal, maka dilakukan metode segmentasi berupa ROI. Penentuan ROI dapat dilakukan secara langsung pada komputer. Pada variasi *slice thickness* organ yang diambil yaitu *ligament*, *bone*, *fat*, dan *background* sebagai *noise* pada hasil citra.

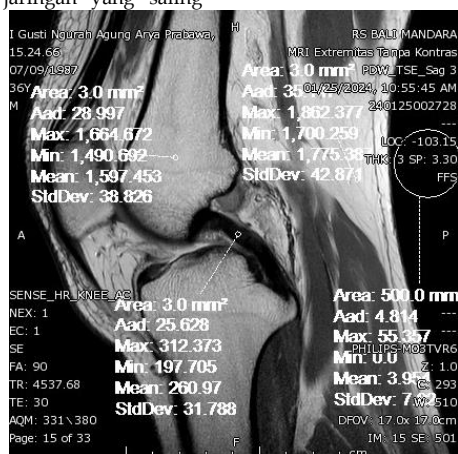
Nilai SNR didapatkan dari hasil pembagian antara sinyal rata-rata pada *ligament*, *bone*, *fat* dengan standar deviasi *noise* pada *background*. Sedangkan untuk nilai CNR diperoleh berdasarkan perhitungan selisih dari SNR antara organ atau jaringan yang saling

berdekatan. Hasil analisis dari data SNR dan CNR akan menentukan kualitas dari pencitraan *genu*, sehingga dapat diketahui nilai optimal dari variasi *slice thickness* yang dilakukan.

Hasil dan Pembahasan

Pada pelaksanaan penelitian ini dilakukan pengambilan data berupa data primer. Pengambilan data dilakukan pada 3 variasi *slice thickness* yang berbeda yaitu sebesar 3, 5, dan 7 mm dengan total 30 pasien. Pemindaian pasien dilakukan dengan pengaturan potongan sagittal pada *Genu*. Dalam pengambilan data dari 30 pasien dilakukan metode segmentasi ROI dengan masing-masing variasi yang sudah ditentukan akan diperoleh data 90 citra untuk dianalisis. Pada variasi *slice thickness* jaringan yang diambil pada segmentasi ROI yaitu *ligament*, *bone*, *fat*, dan *background* sebagai *noise* pada hasil citra. Gambar 1 menunjukkan analisis pengukuran ROI pasien pertama pada jaringan yang dievaluasi dan ROI pada *background*.

Commented [H3]: Pada bagian ini belum ditonjolkan meng pembahasan, usahakan ada bagian pembahasan yang menjelaskan bagian hasil dari penelitian sekaligus didukung dari penelitian terdahulu.



Gambar 1. Pengukuran ROI jaringan pada MRI *genu slice thickness* 3 mm potongan sagittal

Berdasarkan nilai intensitas jaringan tersebut maka dapat diperoleh nilai SNR. Sebagai contoh perhitungan, nilai SNR pasien pertama dengan variasi *Slice Thickness* 3 pada jaringan *fat* nilai *mean* sebesar 1775,387 dan pada *background* nilai standar deviasi *noise* sebesar 7,82 sehingga nilai SNR pada jaringan tersebut adalah :

$$SNR = \frac{\bar{S}(\text{signal})}{N(\text{noise})}$$

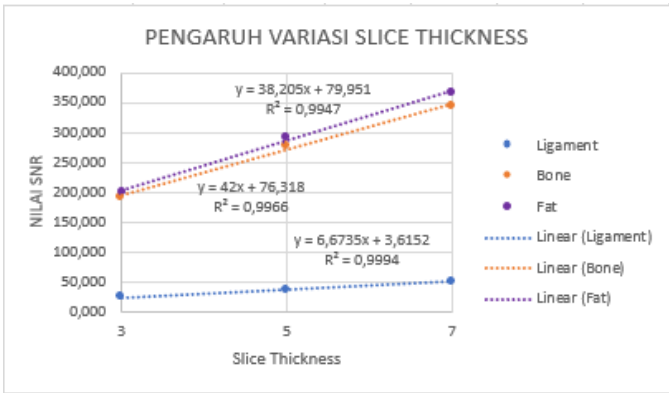
$$SNR = \frac{1775,387}{7,820} = 227,032$$

Hasil pengukuran menunjukkan nilai SNR dari masing-masing jaringan semakin

meningkat setiap kenaikan variasi ketebalan potongan. Dari hasil pengukuran data pada Tabel 1, dilakukan perhitungan rata-rata terhadap SNR pada masing-masing *slice thickness* Seperti ditunjukkan pada Tabel 1. dan Gambar 2. berikut;

Tabel 1. Rata-rata nilai SNR pada variasi *slice thickness*

Variasi	Hasil rata-rata SNR		
<i>Slice thickness</i>			
(mm)	<i>Ligament</i>	<i>Bone</i>	<i>Fat</i>
3	23,83 ± 14,633	191,352 ± 65,7694	199,464 ± 63,5042
5	36,594 ± 20,5258	277,399 ± 117,874	292,022 ± 115,536
7	50,524 ± 28,5678	344,17 ± 107,138	367,463 ± 119,04



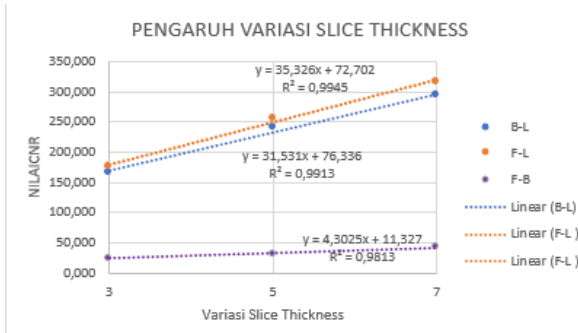
Gambar 2. Pengaruh variasi *slice thickness* terhadap nilai SNR

Gambar 2. Menunjukkan terjadinya peningkatan nilai SNR pad setiap kenaikan slice thicknes. Setelah mendapatkan nilai SNR maka akan dilanjutkan untuk mencari nilai CNR dengan mengurangi jaringan yang saling berdekatan. Sebagai contoh perhitungan, pada pengukuran nilai CNR pada

pengurangan jaringan *fat* dan *ligament* variasi *Slice Thickness* 3. Seperti ditunjukkan pada Tabel 2 dan Gambar 3 berikut:

Tabel 2. Rata-rata nilai CNR

<i>Slice thickness</i>	Hasil rata-rata CNR		
	B-L	F-L	F-B
(mm)			
3	167.522 ± 62.103	175.634 ± 62.1045	24.92 ± 15.9472
5	240.805 ± 105.64	255.428 ± 104.994	31.469 ± 22.6819
7	293.646 ± 91.1029	316.939 ± 123.237	42.13 ± 29.9913



Gambar 3. Grafik hubungan variasi *slice thickness* terhadap nilai CNR

Nilai SNR pada setiap jaringan *ligament*, *bone*, dan *fat* terdapat perbedaan yang sangat signifikan, hal ini dikarenakan masing-masing jaringan memiliki jumlah atom hidrogen berbeda-beda. Proton hydrogen pada air yang terdapat pada jaringan yang kaya air, akan memberikan eksitasi energi yang lebih besar, dikarenakan atom H mempunyai nomor massa dan massa atom satu sehingga menyebabkan sinyal atom H lebih besar daripada atom O (Nugroho, 2009). Maka dari itu pada jaringan *fat* memiliki nilai SNR yang lebih besar dibandingkan dengan jaringan *ligament* maupun *bone*. Mengubah *slice thickness* secara langsung akan berakibat pada SNR. Berdasarkan Gambar 4.3 menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai ketebalan yang diberikan, maka akan semakin tinggi pula nilai SNR pada setiap jaringan yang dievaluasi, scanning time akan menjadi lebih lama. Sebaliknya, menurunkan ketebalan berakibat menurunnya SNR menjadi lebih cepat.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: 1). Dari analisis ROI pada jaringan *ligamen*, *Bone*, dan *Fat*, diperoleh hasil bahwa variasi *slice thickness* memiliki pengaruh dengan selang kepercayaan 0,05 pada tingkat signifikansi 95% terhadap nilai SNR dan CNR. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa dengan meningkatkan nilai *slice thickness*, nilai SNR dan CNR meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar *slice thickness* yang dianalisis maka kualitas citra yang didapatkan lebih baik; 2). Pada hasil variasi *slice thickness* pemeriksaan MRI *Genu*, kualitas citra yang optimal diperoleh pada variasi *slice thickness* sebesar 7 mm. Dengan peningkatan *slice thickness* dapat meningkatkan kualitas citra.

Daftar Pustaka

- Azam, M., nur, muhammad, & Damanik, A. 2005. Pengaruh Parameter Teknis Tr, Te Dan Ti Dalam Pembobotan T1, T2 Dan Flair Pencitraan Magnetic Resonance Imaging (MRI). *Berkala Fisika*, 8(1), 15–20.
- Basiri, R., Federico, P., & Lebel, R. M. (2019). Transverse relaxometry with transmit field-constrained stimulated echo compensation. *Magnetic Resonance Materials in Physics Biology and Medicine*, 32(6), 669–677. <https://doi.org/10.1007/S10334-019-00769-9>
- Fakhrurraza, M., Wahyuni, S., & Ade Nur Liscyaningrum, I. 2018. *Prodi D3 Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Fakultas Ilmu Kesehatan*. Modul Magnetic Resonance Imaging
- Firdaus, A. O., Shofiyati Rohmah, F., & Nurafina, A. C. D. 2014. Prodesur Pemeriksaan MRI (Magnetic Resonance Imaging) Kepala Pada Kasus Epilepsi Di Instalasi Radiodiagnostik RSUD Dr.Soetomo Surabaya diploma. *Skripsi*. Diploma III Radiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Airlangga.
- Ghozali, I. 2016. *Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program IBM SPSS 23*. Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Gunawan, A. A. N.2023. *Statistika Parametrik, Non Parametrik Dan Multivariat (Edisi 1)*. Matematika: Yogyakarta.
- Kutum, N., Pegu, B. J., Kutum, T., Islam, I., & Choudhury, M. (2024). A study of the role of mri in evaluation of soft tissue tumors: a hospital based study. *International Journal Of Scientific Research*, 25–30. <https://doi.org/10.36106/ijsr/3909391>
- Pazahr, S., Bhavithra, M., & Velmurugan, B. (2022). 7 T Musculoskeletal MRI. *Investigative Radiology*, 58(1), 88–98. <https://doi.org/10.1097/rli.0000000000000896>
- Rafa Zenitha Azzahra, I Made Lana Prasetya, & Intan Lesmanasari. 2023. Teknik Pemeriksaan MRI *Genu*

- Dengan Penambahan Sequence Axial 3D Spoiled Gradient Recalled Echo. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Kedokteran*, 2(2), 92–108.
<https://doi.org/10.55606/jurrike.v2i2.1868>
- Raymond, C. 2022. *Radiopaedia*. Diambil kembali dari Spin Echo Sequence: <https://radiopaedia.org/articles/spin-echo-sequences?lang=gb>. Diakses 9 Agustus 2023
- Rochmayanti, D., Widodo, T. S., & Soesanti, I. 2010. Pengaruh Parameter Number of Excitation (NEX) Terhadap SNR. *Forum Teknik*, 33(3), 166–173.
- Soetikno, R. D. (2010). Imejing Molekuler Menggunakan MRI: Cara Baru Untuk diagnosis Tumor Otak Glioma. *Imajing Molekuler Menggunakan MRI: Cara Baru Untuk Diagnosis Tumor Otak Glioma*, 1–10.
- Stanislaus, S. 2009. *Pedoman Analisis data dengan SPSS*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Stoffey, R. D., & Mizrachi, J. S. (2012). MRI in Practice, 4th ed. *American Journal of Roentgenology*, 198(5), W501–W501.
<https://doi.org/10.2214/ajr.11.8252>
- Thompson, J. C. (2010). *Netter's Concise Orthopaedic Anatomy* (Second Edi). Elsevier Inc.
<https://shorturl.at/CK1wp>
- Weisphaut, D. 2006. *How Does MRI Work? An Introduction the Physic and Funtion of Magneting Resonance Imagin*. Heidelberg: Bussines Media.
- Westbrook, C. 1998. *MRI in Practice*. USA: Blackwell Publishing.
- Westbrook, C. 2011. *MRI in Practice Fourth Edition*. United Kingdom: BlackwellScience Ltd.
- Yi, J., Hahn, S., Lee, H.-J., Lee, Y., Bang, J.-Y., Kim, Y., & Lee, J. (2024). Thin-slice elbow MRI with deep learning reconstruction: Superior diagnostic performance of elbow ligament pathologies. *European Journal of Radiology*, 175, 111471.
<https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2024.111471>