

**Optimalisasi Nilai CNR Perbandingan Aplikasi Short TE (STE) dan Ultrashort TE (UTE): Studi Komparasi Citra MRI Genu Pembobotan TIwi Turbo Spin Echo (TSE) di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Daerah Mangusada Badung**

**Optimization Of Cnr Value With Application Comparison Short TE (STE) and Ultrashort TE (UTE): Comparative Study of Genu MRI Images Weighted TIwi Turbo Spin Echo (TSE) in The Radiology Installation of Mangusada Regional Hospital Badung**

Made Ayu Dharma Laksmi<sup>1\*</sup>

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

Nyoman Supriyani<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> AKTEK Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali, Denpasar, Bali, Indonesia

<sup>3</sup>Rumah Sakit Daerah Mangusada Badung, Badung, Bali, Indonesia

\*email: [ayudharmalaks@gmail.com](mailto:ayudharmalaks@gmail.com)

**Abstrak**

Sendi Lutut merupakan sendi terbesar dan paling kompleks pada tubuh manusia yang terdiri dari *Anterior Cruciate Ligament*, *Posterior Cruciate Ligament*, dan *patella tendon*. Salah satu parameter MRI adalah TE. Short TE (STE) mengacu pada teknik pencitraan MRI yang menggunakan TE yang relatif singkat. Ultrashort TE (UTE) menggunakan TE yang sangat pendek dan memungkinkan pencitraan struktur seperti *tendon* dan tulang kortikal. Jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif dengan pendekatan studi eksperimen. Penelitian dilakukan di Instalasi Radiologi RS Mangusada Badung dengan rasio STE dan UTE dengan nilai TE 16 ms dan 0,8 ms. Pengukuran CNR dilakukan pada area yang akan dievaluasi yaitu anatomi *Anterior Cruciate Ligament* dan *Posterior Cruciate Ligament*. Hasil penelitian menunjukkan CNR citra MRI Genu potongan *sagittal* antara aplikasi TIWI TSE STE dan TIWI TSE UTE dengan *p-value* signifikan <0,05. Hasilnya perbandingan CNR optimal antara aplikasi STE dan UTE adalah variasi UTE dengan nilai *mean rank* 16,67 untuk ACL dan 11,05 untuk PCL. Dari hasil uji beda *Wilcoxon* tiap variasi diperoleh *p-value* ACL 0,016, PCL 0,008, *p-value* keseluruhan 0,005 sehingga terdapat perbedaan. Uji *Wilcoxon mean rank* kualitas gambar *mean rank* tertinggi diperoleh dari UTE, sehingga UTE mampu menghasilkan CNR pada organ yang optimal dibandingkan dengan STE.

**Kata Kunci:**

Short TE  
Ultrashort TE  
Knee Joint

**Keywords:**

Short TE  
Ultrashort TE  
Knee Joint

**Abstract**

The Knee Joint is the largest and most complex joint in the human body consisting of the *Anterior Cruciate Ligament*, *Posterior Cruciate Ligament*, and *batella tendon*. One of the MRI parameters is TE. Short TE (STE) refers to MRI imaging technique that uses a relatively short TE. Ultrashort TE (UTE) uses very short TE and allows imaging of structures such as tendons and cortical bones. The type of research used is quantitative with experimental study approach. The research was conducted at the Radiology Installation at Mangusada Badung Hospital with a ratio of STE and UTE with TE values of 16 ms and 0.8 ms. CNR measurements are carried out in the area to be evaluated, namely the anatomy of the *Anterior Cruciate Ligament* and *Posterior Cruciate Ligament*. The results of this study show the CNR of the MRI Genu *sagittal* image between the TIWI TSE STE and TIWI TSE UTE applications with a significant *p-value* <0.05. The result is that the optimal CNR comparison of STE and UTE is the UTE variation with a *mean rank* value of 16.67 for ACL and 11.05 for PCL. From the results of the *Wilcoxon* difference test for each variation, the ACL *p-value* is 0.016, PCL is 0.008, the overall *p-value* is 0.005 so there is a difference. The *Wilcoxon mean rank* test of the highest *mean rank* image quality was obtained from UTE, so that UTE was able to produce optimal CNR in the organs compared to STE.



© 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.v1i12.7380>

**PENDAHULUAN**

MRI Genu merupakan suatu pemeriksaan terbaik yang dapat menggambarkan jaringan lunak pada lutut dan sendi. Menurut Westbrook, 2014, protokol pemeriksaan MRI Genu memiliki beberapa pembobotan

antara lain *proton densitas* (PD) Turbo Spin Echo (TSE). Pembobotan kepadatan proton memiliki karakteristik *time repetition* (TR) dan *time echo* (TE), memungkinkan diferensiasi *muskuloskeletal* sinyal proton pada jaringan di dalam genu, *ligamen anterior* tampak *hiperintens* karena

anatominya sangat tipis. Urutan PD TSE dapat menunjukkan struktur tulang *trabekuler* yang baik. Berikut jenis pembobotan yang sering digunakan pada pemeriksaan MRI genu yaitu: TIWI, T2WI, *Proton Density Weighted (PDW)*, *Inversion Recovery (IR)*, *Echo Planar Imaging*, serta *Magnetic Resonance Angiography*.

*Contrast to Noise Ratio (CNR)* adalah perbedaan SNR antara organ atau jaringan yang berdekatan. Semakin tinggi nilai CNR, semakin besar kemampuan gambar untuk membedakan struktur yang berbeda.

*Time echo (TE)* menentukan berapa banyak *dephasing* dari magnetisasi *transversal* yang terjadi antara pulsa eksitasi dan *echo*. Bila menggunakan TE pendek, yang terjadi adalah sedikit dari *transversal* magnetisasi yang akan mengalami *dephasing*, menyebabkan amplitudo sinyal dan SNR menjadi tinggi. Sedangkan ketika nilai TE dinaikkan akan mengurangi SNR karena *transversal* magnetisasi lebih banyak yang mengalami *dephasing* (Westbrook, 2016).

Penggunaan TE pendek dengan STE memberikan gambaran yang jelas bahkan pada jaringan dengan waktu relaksasi yang lama, seperti pada tulang dan struktur anatomi dengan waktu relaksasi singkat. Sebaliknya, TE *ultrashort (UTE)* menggunakan TE yang sangat pendek dan memungkinkan pencitraan struktur dengan waktu relaksasi yang sangat singkat, seperti *tendon* dan tulang *kortikal*. Pencitraan tulang berkualitas tinggi dapat dicapai dengan menggunakan *ultrashort time echo (UTE)* (Jerban, 2020). UTE memungkinkan pencitraan struktur anatomi dengan waktu gema yang sangat singkat dan mungkin berguna untuk pencitraan jaringan dengan waktu relaksasi T2 yang sangat singkat, seperti tulang dan tulang rawan (Saritas, 2020). Nilai TE dari UTE dimaksudkan untuk mendeteksi sinyal MR sebelum sinyal yang dilemahkan mencapai nol (Fabich, 2014).

Penelitian ini ingin mengetahui perbedaan nilai CNR dan optimalisasi nilai CNR dengan perbandingan aplikasi

*Short TE (STE)* dan *Ultrashort TE (UTE)* pada citra MRI Genu pembobotan *TIWI Turbo Spin Echo (TSE)*. Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian sebelumnya yaitu penelitian dari Prasetya tahun 2017 yang meneliti perbedaan informasi citra anatomi MRI Genu dengan perbandingan aplikasi STE dan UTE pada pembobotan *TIWI TSE Sagital*.

Rumah Sakit Daerah Mangusada Badung telah banyak kasus *musculoskeletal* yang diperiksa menggunakan MRI, diantaranya adalah MRI Genu. Dimana populasi pemeriksaan MRI Genu dari data tiga bulan terakhir sebesar 23%, dengan rata-rata populasi setiap bulan sejumlah 14 pasien pada pemeriksaan MRI Genu.

Menurut Prasetya, 2017, informasi diagnostik yang dapat dilihat pada pemindaian MRI meliputi *meniskus*, *ligamen lutut (jaringan lunak)*, *efusi sendi (cairan)*, dan *bone surfact* (Prasetya, 2017).

Parameter TSE TI memiliki nilai TE pendek yang berkisar antara 400 ms hingga 800 ms dan juga nilai *short TE (STE)* yang berkisar antara 10 ms hingga 25 ms. UTE adalah rangkaian pulsa yang dimaksudkan untuk mendeteksi sinyal dari jaringan dengan nilai T2 pendek menggunakan nilai TE yang lebih kecil dari nilai TE standar. Nilai TE untuk UTE berkisar antara 0,7 ms hingga 10 ms (Prasetya, 2017).

## METODOLOGI

Jenis penelitian yang digunakan yaitu kuantitatif dengan pendekatan studi eksperimental. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Maret-April 2024 di Instalasi Radiologi RSD Mangusada Badung.

Prosedur dalam penelitian ini yaitu menggunakan pasien yang akan melakukan pemeriksaan MRI Genu di Instalasi Radiologi RSD Mangusada Badung. Dilakukan sekuen tambahan dengan menggunakan *TIWI TSE STE Sagital* dengan nilai TE 16 ms dan *TIWI TSE UTE Sagital* dengan nilai TE 0,8 ms. Hasil citra yang digunakan dalam

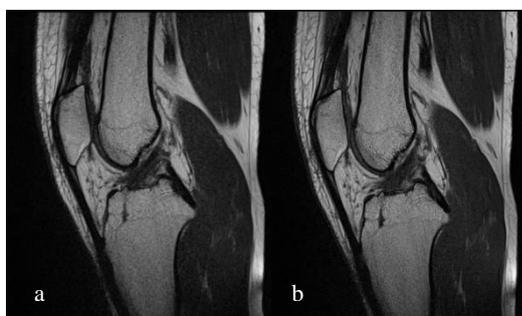
penelitian adalah irisan *sagittal*, kemudian dipilih satu irisan gambar yang menampilkan anatomi *Anterior Cruciate Ligament* dan *Posterior Cruciate Ligament*.

Lakukan pengukuran (*Region of Interest*) ROI sebesar 0.05 mm pada anatomi *Anterior Cruciate Ligament* dan *Posterior Cruciate Ligament* pada aplikasi *RadiAnt DICOM*. Hasil data dari pengukuran yang telah didapat diolah menggunakan perhitungan aplikasi *SPSS 20* untuk mengetahui perbedaan dan optimalisasi CNR. Data tersebut berupa data skala.

Analisa data dalam penelitian ini menggunakan uji normalitas *Kolmogorov Smirnov* dikarenakan sampel lebih dari 50. Untuk mengetahui ada perbedaan atau tidaknya, dilakukan uji *Wilcoxon*. Untuk mengetahui nilai optimalisasi CNR dilihat dari nilai *mean rank* pada uji beda. Kemudian hasil pengujian tersebut dideskripsikan dan selanjutnya diambil kesimpulan dan saran.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan perbandingan STE dengan nilai TE 16 ms dan UTE dengan nilai TE 0,8 ms. Sampel yang digunakan ada 30 voluntir yang terdiri dari 11 perempuan dan 19 pasien laki-laki. Tiap pasien akan mendapatkan 2 perlakuan 2 perbandingan. 2 citra yang didapat dari sekuen *TIWI TSE STE* dan *TIWI TSE UTE* kemudian akan dilakukan penilaian pada *Anterior Cruciate Ligament (ACL)* dan *Posterior Cruciate Ligament (PCL)* (Gambar 1).



Gambar 1. Citra sekuen *TIWI TSE STE* (a), *TIWI TSE UTE* (b)

Pada hasil citra STE dan UTE rata-rata intensitas sinyal (*mean*) pada area ACL dan PCL, serta *noise* diluar jaringan tetapi masih dalam FOV dengan menggunakan *software ROI (Region of Interest)* (Gambar 2).



Gambar 2. Pengukuran ROI Anatomi ACL (a), Anatomi PCL (b)

Setelah pemberian ROI selesai, dengan ukuran ROI yang diberikan pada organ dan *background* citra sebesar 0,05 mm. Nanti pada *display* akan muncul nilai *mean* dan *standart deviasi (SD)* pada masing-masing organ yang diukur, selanjutnya nilai tersebut di catat dalam tabel dan dihitung untuk mendapatkan nilai CNR. Dalam penelitian ini menghitung nilai CNR pada anatomi ACL dan PCL.

Tabel I. Nilai Uji Normalitas Data CNR ACL dan PCL *Kolmogorov-Smirnov*

Anatomi	<i>p-value</i>	
	STE	UTE
ACL	0.001	0.009
PCL	0.000	0.000

Dari data tabel I, dapat diketahui bahwa nilai signifikansi (*p-value*) CNR pada data STE ACL adalah 0.001, STE PCL adalah 0.000, UTE ACL adalah 0.009, UTE PCL 0.000, nilai *p-value* keseluruhan menunjukkan ( $p < 0,05$ ) sehingga data tidak berdistribusi normal.

**Perbedaan CNR Dengan Perbandingan Aplikasi Short TE (STE) dan Ultrashort TE (UTE) Citra MRI Genu Pembobotan TIWI TSE potongan sagittal.**

**Tabel II.** Nilai Uji Beda Wilcoxon Data CNR STE-UTE ACL dan STE-UTE PCL

Anatomi	p-value	Keterangan
STE-UTE ACL	0.016	Ada Beda
STE-UTE PCL	0.008	Ada Beda

Pada hasil uji beda Wilcoxon pada tabel II. Pada CNR MRI Genu perbandingan STE dan UTE p-value pada semua variasi tersebut <0,05 dimana pada anatomi ACL nilai p-value adalah 0,016, pada anatomi PCL adalah 0,008 sehingga dapat dikatakan pada uji beda statistika nilai CNR Ha diterima dan Ho ditolak yaitu ada perbedaan CNR MRI Genu pada perbandingan TIWI TSE STE dan TIWI TSE UTE potongan sagittal.

Dalam konteks pemeriksaan MRI Genu, penggunaan TE pada rangkaian TI-weighted TSE merupakan variabel penting. TE yang lebih pendek meningkatkan CNR dan menghasilkan gambar yang lebih tajam (Zhang, 2014). Urutan TSE pembobotan TI telah digunakan selama bertahun-tahun untuk menggambarkan struktur tulang dan jaringan di daerah lutut (Ya-Jun, 2020).

**Nilai TE yang mampu memperlihatkan Contrast to Noise Ratio (CNR) secara optimal pada Perbandingan Aplikasi Short TE (STE) dan Ultrashort TE (UTE) Citra MRI Genu Pembobotan TIWI TSE potongan sagittal.**

Untuk mengetahui variasi mana yang menghasilkan kualitas citra yang optimal pada sekuen TIWI TSE STE dan TIWI TSE UTE, dengan melihat nilai mean rank yang dihasilkan pada uji Wilcoxon. Nilai mean rank yang tinggi menunjukkan bahwa variasi tersebut lebih optimal dibandingkan dengan nilai mean rank yang rendah.

Adapun nilai mean rank perbandingan STE dan UTE pada sekuen TIWI TSE STE dan TIWI TSE UTE, adalah sebagai berikut:

**Tabel III.** Nilai Mean Rank Data CNR STE ACL dan PCL

Anatomi	Mean Rank
STE ACL	12.78
STE PCL	5.80

**Tabel IV.** Nilai Mean Rank Data CNR UTE ACL dan PCL

Anatomi	Mean Rank
UTE ACL	16.67
UTE PCL	11.05

Berdasarkan dari hasil mean rank uji Wilcoxon dilihat dari nilai mean rank yang tertinggi merupakan yang optimal sehingga nilai CNR yang memberikan kualitas citra MRI Genu secara optimal pada sekuen TIWI TSE STE dan TIWI TSE UTE potongan sagittal, terdapat pada variasi UTE dengan nilai mean rank sebesar 16.67 untuk anatomi ACL dan 11.05 untuk anatomi PCL. Untuk kualitas citra anatomi secara optimal pada anatomi ACL dengan nilai mean rank 16.67.

Menurut Hammad, 2017, Contrast to Noise Ratio (CNR) adalah perbedaan SNR antara organ atau jaringan yang berdekatan. Pengukuran CNR dapat dilakukan dengan mengukur perbedaan nilai SNR antara organ yang berdekatan atau dua jaringan pada gambar MRI (Hammad, 2017).

Ultrashort Time Echo menggunakan nilai Time Echo yang lebih kecil dari nilai Time Echo TIWI Konvensional, dimana nilai Time Echo pada Ultrashort Time Echo berkisar antara 0.07 ms sampai dengan 10 ms. Nilai Time Echo pada UTE tersebut bertujuan untuk mendeteksi sinyal MR sebelum sinyal decay mencapai nilai nol

sehingga sinyal jaringan yang memiliki nilai T2 yang pendek dapat terdeteksi dengan baik dibandingkan dengan menggunakan *Time Echo* TIWI Konvensional dengan pemilihan *Time Echo* yang tepat dapat membantu radiolog menginterpretasi citra secara tepat dan akurat (Prasetya, 2017).

Menurut Prasetya, 2017, pada penelitiannya mengenai optimalisasi informasi citra anatomi MRI Genu antara pembobotan TIWI TSE STE dan TIWI TSE UTE didapatkan hasil uji yaitu pembobotan TIWI TSE UTE menghasilkan informasi citra yang paling optimal dibandingkan dengan TIWI TSE STE.

Menurut penulis dalam penelitian ini sudah terbukti bahwa hasil dalam penelitian ini yang menghasilkan nilai CNR paling optimal yaitu pembobotan TIWI TSE UTE dibandingkan dengan pembobotan TIWI TSE STE sehingga sesuai dengan penelitian sebelumnya mengenai informasi citra anatomi yang paling optimal yaitu pembobotan TIWI TSE UTE dibandingkan dengan pembobotan TIWI TSE STE.

## KESIMPULAN

Dari hasil uji beda *Wilcoxon* pada setiap variasi dimana *p-value* ACL adalah 0,016, PCL adalah 0,008, yang keseluruhan  $p < 0,005$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima dengan kata lain ada perbedaan pada CNR MRI Genu terhadap perbandingan STE dan UTE potongan *sagital*. Pada penelitian ini, nilai TE yang mampu memperlihatkan CNR secara yang lebih baik pada sekuen TIWI TSE STE dan TIWI TSE UTE potongan *sagital* menggunakan uji *mean rank* uji *Wilcoxon* dari kualitas citra *mean rank* tertinggi didapatkan dari UTE dengan nilai 16.67 untuk anatomi ACL dan 11.05 untuk anatomi PCL. Untuk kualitas citra anatomi secara optimal pada anatomi ACL dengan nilai *mean rank*

16.67. Pada UTE mampu menghasilkan CNR pada organ yang diteliti secara optimal dibandingkan dengan STE.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Rumah Sakit Daerah Mangusada Badung telah memberikan dukungan kepada kami dalam pelaksanaan penelitian ini, sehingga dapat terselesaikan dengan baik.

## REFERENSI

- Fabich. (2014). *Ultrashort Echo Time (UTE) Imaging Using Gradient Pre-Equalization And Compressed Sensing*. *Department of Chemical Engineering and Biotechnology, Pembroke Street, Cambridge CB2 3RA, United Kingdom*, 116–24.
- Hammad, A. (2017). *The assessment of intervertebral disc disease: comparison*. *The Spine Journal*.
- J., B. (2021). *Ultrashort echo time (UTE) imaging of the knee using a PET/MRI*. *J Magn Reson Imaging*, 1360–7.
- Jerban, S. (2020). *An Update in Qualitative Imaging of Bone Using*. *National Library of Medicine*.
- Prasetya. (2017). *Perbedaan Informasi Citra Anatomi Mri Genu pada Aplikasi Short TE (STE) dan Ultrashort TE (UTE) (studi Komparasi Citra MRI Genu Pembobotan TIwi Turbo Spin Echo (TSE)*. *Repository Poltekkes*.
- Saritas. (2020). *Comparison of ultrashort echo time (UTE) and zero echo time*. *Eur J Radiologi*.
- Westbrook. (2016). *MRI at a Glance*. *United Kingdom: Blackwell Science Ltd*.
- Westbrook. (2014). *Handbook of MRI technique*. *Fourth Edition, Sheridan Books Inc United Kingdom*.
- Ya-Jun. (2020). *Quantitative Ultrashort Echo Time (UTE)*.
- Zhang, J. M. (2014). *New magnetic resonance imaging methods in nephrology*. *Kidney Int*.